

UNIVERSITE DU QUÉBEC

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ À

L'UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À TROIS-RIVIÈRES

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN PSYCHOLOGIE

PAR

OMER VILAO

LE RÔLE DE L'AIRE SUPRASYLVienne LATÉRALE

DANS LA VISION STÉRÉOSCOPIQUE CHEZ LE CHAT

JUIN 1986

Université du Québec à Trois-Rivières

Service de la bibliothèque

Avertissement

L'auteur de ce mémoire ou de cette thèse a autorisé l'Université du Québec à Trois-Rivières à diffuser, à des fins non lucratives, une copie de son mémoire ou de sa thèse.

Cette diffusion n'entraîne pas une renonciation de la part de l'auteur à ses droits de propriété intellectuelle, incluant le droit d'auteur, sur ce mémoire ou cette thèse. Notamment, la reproduction ou la publication de la totalité ou d'une partie importante de ce mémoire ou de cette thèse requiert son autorisation.

Table des matières

Sommaire.....	IV
Introduction.....	2
Chapitre premier – Contexte théorique et expérimental.....	4
Hypothèse.....	21
Chapitre deuxième – Description de l'expérience.....	22
Les sujets.....	23
Appareillage.....	23
Les stimuli.....	25
La procédure d'expérimentation.....	32
Déroulement de l'expérience.....	34
Etape I.....	34
Etape II.....	34
Etape III.....	34
Etape IV.....	35
Etape V – Méthode chirurgicale.....	36
Etape VI.....	37
Alignement oculaire – Matériel et calcul.....	38

Chapitre troisième - Analyse et interprétation des résultats.....	41
Méthode d'analyse.....	42
Résultats - Tâches discriminatives et alignement oculaire pré et post-opératoire.....	42
Interprétation des résultats.....	59
Conclusion.....	62
Appendice A - Table de hasard de Gellerman.....	65
Appendice B - Données et calcul des déviations oculaires.....	67
Appendice C - Nombre d'essais réussis et le pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions d'apprentissage.....	74
Remerciements.....	123
Références.....	124

Sommaire

Le but de cette recherche est d'évaluer l'effet d'une lésion bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale dans le processus visuel de la stéréoscopie.

Ptito et al (1986a) ont rapporté que l'ablation des aires 17 et 18 entraînait un déficit dans la perception de la profondeur stéréoscopique. L'aire suprasylvienne latérale, dont les fonctions visuelles ont été maintes fois démontrées (Hubel et Wiesel, 1969; Palmer et al, 1978), pourrait, elle aussi, partager ce rôle dans la perception stéréoscopique. Nous avons donc investigué le rôle possible de l'aire suprasylvienne latérale dans cette fonction.

Pour ce faire, quatre chats ont été entraînés à différentes tâches de discriminations visuelles (intensité lumineuse, discrimination de formes et les stéréogrammes de Julesz) au niveau pré-opératoire. Seulement deux sujets ont pu être évalués selon le même paradigme expérimental au niveau post-opératoire i.e. suivant l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale.

Les résultats obtenus indiquent que: 1) les chats normaux possèdent une vision stéréoscopique; 2) les deux chats, après l'ablation de l'aire su-

prasylienne latérale, subissent une perte de la vision stéréoscopique; 3) un maintien de l'apprentissage discriminatif de formes visuelles; 4) les déficits observés en stéréoscopie, après la chirurgie, ne sont pas dû à un strabisme induit par des manipulations chirurgicales. Leurs déviations oculaires comparativement à celles obtenues chez les chats normaux ne montrent pas de différence significative.

Les résultats démontrent donc que l'aire suprasylienne latérale est importante dans la perception de la profondeur stéréoscopique. Au niveau de la perception de formes, cette région du cortex n'a pas montré de rôle relativement à cette fonction.

Introduction

Depuis quelques années, le processus visuel de la stéréoscopie fait l'objet de maints efforts de recherche.

Une étude récente (Ptito et al, 1985) met en évidence que la stéréoscopie est altérée après une section du chiasma optique mais beaucoup moins en ce qui concerne une section du corps calleux. Par contre, une section combinée de ces deux structures amène une abolition complète de la stéréopercption. Ces mêmes auteurs ont étudié l'effet d'une lésion au niveau du cortex visuel chez le chat, en particulier les aires 17 et 18. Ils rapportent que l'ablation de ces aires corticales semble abolir la stéréoscopie globale.

Quoique nous sachions que les aires 17 et 18 contiennent une proportion importante de neurones binoculaires et que parmi eux se retrouvent des cellules détectrices de disparité rétinienne (Pettigrew et al, 1968; Joshua et Bishop, 1970; Hubel et Wiesel, 1970, 1973; Leporé et al, 1985 (chez le chat); Poggio, 1984 (chez le singe) nous sommes dans l'incertitude quant à la présence de ces cellules au niveau de l'aire suprasylvienne latérale.

Des études de Spear et al (1983) et Ptito et Leporé (1983) rapportent que cette région du cortex (suprasylvien latéral) ne jouent aucun rôle dans différentes tâches de discrimination visuelle. A partir de ces résultats, les auteurs suggèraient la possibilité que l'aire suprasylvienne latérale puisse jouer un rôle au niveau de la perception de la profondeur stéréo-

scopique.

En effet, cette aire visuelle est riche en projections callosales et exhibent la représentation entière du champ visuel. De plus, les cellules de ce cortex sembleraient sensibles aux changement de disparité binoculaire (Toyama et Kozasa, 1982).

Nous évaluerons en ce sens, le rôle possible de l'aire suprasylvienne latérale dans le processus visuel de la stéréoscopie, en procédant à l'ablation de cette aire visuelle chez le chat. L'évaluation de la stéréoscopie sera réalisée par le biais de tâches de discrimination visuelle et notamment des stimuli utilisant les stéréogrammes de Julesz. De plus, l'alignement oculaire sera contrôlé afin de vérifier si les lésions auraient pu induire un strabisme empêchant l'intégration nerveuse des différences vues entre les deux yeux.

Chapitre premier

Contexte théorique et expérimental

Pour évaluer la perception de la profondeur, un sujet recourt à deux types d'indices: monoculaires et binoculaires. Certains sont dits monoculaires parce qu'ils sont efficaces même en vision monoculaire, alors que les indices binoculaires résultent du fonctionnement conjoint des deux yeux. La grandeur des objets, la perspective, la texture, le gradient de luminosité, la position relative sont quelques uns des indices monoculaires. La convergence et la vision stéréoscopique quant à eux sont des indices binoculaires.

Définition de la stéréoscopie

Viaud et al (1967), définissent la stéréoscopie comme étant un procédé qui permet de donner l'illusion du relief à partir de l'observation simultanée de deux images planes, dessinées ou photographiées de deux points de vue éloignés d'une distance égale à l'écart interoculaire.

Plus précisément, la stéréoscopie est une forte impression de relief créée par la perception du champ visuel projeté à chaque oeil en des points non-correspondants de la rétine. Cette disparité rétinienne ou paralaxe binoculaire apparaît à cause de la distance entre les deux yeux et est responsable de ce type de perception. Aussi, un objet situé en deçà ou au-delà d'un plan de référence déterminé par la fixation des deux yeux créera l'illusion de profondeur. Celle-ci résulte de l'intégration nerveuse des différences entre les images vues par les deux yeux (disparité horizontale).

Lorsque l'oeil regarde une scène visuelle, celle-ci est focalisée sur la rétine. Ceci est le "stimulus proximal" ou générateur primaire de sensation visuelle et particulièrement pour la perception de pattern (Dodwell, 1970). Ainsi, au moment où l'oeil est dirigé vers un point de fixation, chaque contour ou caractéristique de l'objet fixé possède une localisation sur la rétine, là où apparaît la stimulation. Par ailleurs, quand l'oeil change son point de fixation, l'axe visuel et la localisation rétinienne changent. Lorsque les deux yeux regardent une même scène, l'on observe tout d'abord une convergence des axes visuels vers un point défini. Le point de fixation a la même direction visuelle pour les deux yeux et est perçu comme unique (vision simple). On dit alors que les images sont fusionnées en une, et par conséquent, forment un élément dans le champ visuel binoculaire.

Les points stimulés sur la rétine sont appelés points correspondants. Ainsi, des images tombant sur des points correspondants dans les deux rétines ont les mêmes directions visuelles. Cependant, la fusion n'apparaît pas nécessairement, cela dépend si la similarité de l'image est la même pour les deux yeux. Par contre, si l'on présente artificiellement des images différentes aux deux yeux, il y a suppression d'une image par l'autre et ainsi seulement une image à la fois est perçue. Cette alternance régulière de suppression est appelée rivalité rétinienne.

Il semble maintenant opportun de considérer la géométrie de la vision binoculaire et notamment ce que l'on appelle l'"horoptère" ou cercle de Vieth-Müller. L'horoptère est défini de façon générale comme le lieu géométrique de tous les points qui donnent lieu à une vision simple (Delorme,

1982). Donc, dans une même scène, il y a plusieurs points qui ont une direction visuelle identique. Ainsi, tout point dont l'image tombe sur des points correspondants des deux rétines repose sur le cercle de Vieth-Muller. Les différents états de convergence ou un nouveau point de fixation entraîneront un nouvel horoptère ou plan de référence (figure 1). Tous les points situés sur le contour d'un cercle passant par les deux yeux et le point de convergence sont vus simples. Si ces points tombent à l'intérieur ou à l'extérieur de ce cercle, les images seront projetées sur les rétines en des points non-correspondants. Ainsi, l'axe visuel sera différent pour chaque oeil et les images perçues devraient apparaître double (diplopie). Pour les points très près ou trop loin du plan de référence c'est ce qui se produit. Par contre, pour des points suffisamment près du plan de référence, la différence entre les positions de l'image sur les deux rétines (disparité rétinienne) donnent, au lieu d'une image double, une image simple vue en profondeur. Si elle apparaît à l'intérieur du plan de référence elle est appelée "disparité convergente" ou croisée et à l'extérieur du cercle, "disparité divergente" ou non croisée. Ces points disparates servent donc à évaluer la stéréoscopie.

La stéréoscopie requiert un alignement interoculaire parfait. Ainsi, cette perception demande une intégration neurale d'images légèrement différentes sur les deux rétines. Un prérequis nécessaire pour cet accomplissement est l'alignement précis des deux yeux. C'est ainsi que, dans le strabisme, une condition dans laquelle les axes visuels des deux yeux ne convergent pas sur l'objet regardé, la stéréoscopie ne peut être éprouvée. L'alignement inapproprié résulte en une diplopie ou en une suppression de l'input d'un

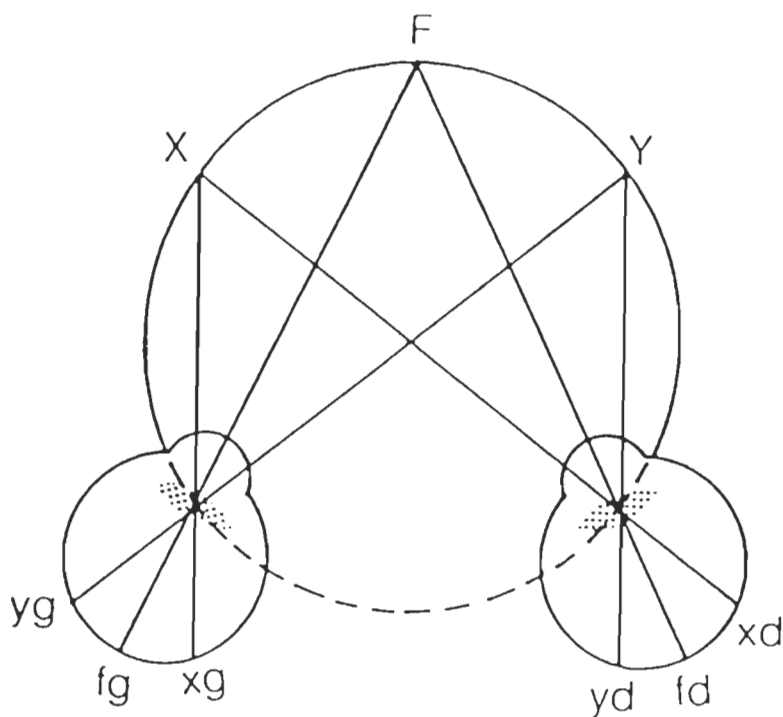


Fig. 1. Horoptère ou cercle de Vieth-Müller. Le contour continu du cercle passant par les deux yeux et par le point de convergence F représente le lieu géométrique de tous les points qui, théoriquement, devraient être vus simples lors d'une fixation binoculaire. On constatera par exemple que les points x et y ont des projections rétiniennes en des positions (xd , xg et yd , yg) homologues par rapport aux points fovéaux fd et fg . Il en serait de même pour tout autre point situé sur ce contour.

oeil.

Les régions où une vision binoculaire simple (objet simple) peut-être obtenue, sont connues sous le nom des aires fusionnelles de Panum. Ces aires sont localisées dans le centre de la fovéa. L'aire fusionnelle de Panum est en fait un disque de six minutes d'arc de diamètre, qui augmente à 30 minutes d'arc lorsqu'il se situe à un angle périphérique de huit degré d'arc (Julesz, 1971). Il est possible de dire également que sa largeur est déterminée par la disparité rétinienne la plus grande qui produit toutefois une image fusionnée unique et par la disparité seuil pour la diplopie. Enfin, cette image binoculaire simple possède une direction visuelle qui est un compromis entre les directions visuelles des deux images monoculaires (Dodwell, 1970).

La stéréoscopie ne se retrouve pas dans la vie de tous les jours. En effet, celle-ci est créée artificiellement à l'aide d'un stéréoscope. C'est à Wheatstone que nous devons la première invention du stéréoscope en 1838. Plus récemment, c'est à Julesz (1960) que l'on doit la démonstration de la perception en profondeur stéréoscopique absente de tous indices monoculaires et binoculaires, sauf la disparité rétinienne, mais aussi sans perception de forme monoculaire. Julesz (1960) mit au point des stéréogrammes, ou matrices, parsemés de points distribués au hasard (random "dots") par un ordinateur, lesquels, visionnés monoculairement, apparaissent uniformes et sans traits distinguables. Les deux patterns de points au hasard sont identiques sauf pour une région centrale qui a été déplacé latéralement dans un stéréogramme. Ainsi, quand la vision se fait à travers un stéréoscope, la fusion binoculaire produit une forte impression de relief avec la configuration cen-

trale qui apparaît devant ou derrière le fond.

Les hypothèses quant à ce processus de perception peuvent dépendre d'un mécanisme de stéréoscopie locale où l'information de la profondeur est extraite en se basant sur une comparaison point par point; et d'un mécanisme global qui sélectionne, entre différents ensembles possibles de paires rétinienne correspondantes, un ensemble de paires assorties qui, par leur disparité, permettent la perception de la troisième dimension (Julesz, 1971, 1978). L'on peut subdiviser le mécanisme stéréoscopique local en deux niveaux de perception stéréoscopique et ceci en fonction de l'étendue spatiale opérant pour un point de fixation donné. Le premier est appelé stéréoscopie "fine" opérant dans un champ étroit de disparité (0.5°) tandis que l'autre, la stéréoscopie "grossière", correspondant à un champ beaucoup plus grand de disparité rétinienne (jusqu'à $7-10^\circ$) (Bishop, 1981). Toute théorie neurologique pour comprendre la stéréoscopie se doit de prendre en considération l'existence de ces différents processus. De plus, la perception stéréoscopique peut précéder et être indépendante des mécanismes neurologiques qui soutiennent la perception de formes (Ptito et al, 1986).

Cheminement de l'information visuelle

L'information visuelle doit faire escale en différents endroits ou relais avant qu'il y ait perception et reconnaissance de celle-ci par le cerveau. Tout d'abord, l'input visuel est reçu par la rétine. Cette dernière renferme les récepteurs qui font la conversion de la lumière en énergie électrochimique. Elle est composée de trois couches. La première, la couche ré-

ceptrice, comprend les cônes et les bâtonnets, lesquelles réagissent spécifiquement à la lumière physique. La deuxième couche, les cellules bipolaires qui sont reliées aux photorécepteurs par les cellules horizontales et amacri-
nes, sont des interneurones rétiniens. La dernière couche est constituée des cellules ganglionnaires et leurs axones se regroupent en un point, la tache aveugle, pour former le nerf optique. Celui-ci est la voie d'accès aux différentes structures sous-corticales du cerveau.

Le champ visuel de chaque oeil est divisé en deux moitiés égales par le méridien vertical. Ainsi, les axones qui originent des cellules localisées dans les moitiés nasales des deux rétines (champ gauche de l'oeil droit et champ droit de l'oeil gauche) traversent au chiasma optique et voyagent au côté opposé du cerveau (controlatérale) (Meikle et Sprague, 1964; Sprague, 1966). Tandis que les axones des cellules ganglionnaires dans les moitiés temporales de la rétine ne traversent pas au chiasma optique mais plutôt demeurent sur le même côté du cerveau (ipsilatérale) (Berlucchi et al, 1969; Hubel et Wiesel, 1967; Sprague et al, 1979). Ainsi, dans la vision binoculaire, les images des objets dans le champ visuel droit sont projetées sur la moitié nasale de la rétine droite et sur la moitié temporale de la rétine gauche. Au chiasma, les fibres de ces deux portions rétiniennes sont combinées pour former la voie optique gauche, laquelle représente le champ visuel droit complet. Par cet arrangement, tout le champ visuel droit est projeté à l'hémisphère gauche, et le champ visuel gauche à l'hémisphère droit (Carpenter, 1977). Ainsi, les axones cellulaires de la voie optique acheminent à leur tour l'information visuelle au cortex, suivant quatre voies pos-

sibles, la plus importante et la plus connue étant la voie rétine-noyau géniculé dorsolatéral (LGNd). Les trois autres voies sont rétine-noyau interlaminaire du LGNd (MIN); rétine-prétectum et pulvinar latéral; et finalement, rétine-colliculus supérieur-pulvinar médial et inférieur (Diamond, 1976; Sprague et al, 1977).

Ces projections thalamiques sont ensuite distribuées dans le cortex visuel. Le LGNd envoie des fibres aux aires 17 et 18 principalement (Heat et jones, 1972; Kawamura et al, 1974; Kennedy et Baleydier, 1977; Rosenquist et al, 1974; Sherman et Spear, 1982) et moins densément aux aires 19 et suprasylvienne latérale (Glickstein et al, 1966; Niimi et Sprague, 1970). Le noyau interlaminaire médian du corps genouillé est afférent pour sa part aux aires 18, 19 et suprasylvienne latérale (Graybiel, 1972; Le Vay et Gilbert, 1976; Rosenquist et al, 1974). Le prétectum, de son côté, projette aux aires 20 et 21 via le pulvinar latéral (Sherman et Spear, 1982; Sprague et al, 1977). Finalement, pour ce qui est du colliculus supérieur, leurs fibres projettent via le pulvinar inférieur et médial (respectivement appelés les noyaux postérieur et latéropostérieur) à toutes les aires visuelles (Hugues, 1977; Kawamura, 1974). Il convient de mentionner que les aires visuelles projettent aussi en retour à ces noyaux thalamiques (Kawamura et al, 1974).

Chez le chat, le champ visuel est représenté à au moins quatre endroits différents dans le cortex, ces régions sont coextensives avec des subdivisions cyoarchitectoniques bien définies. L'on retrouve les aires 17, 18, 19 situées dans le gyrus latéral et l'aire suprasylvienne latérale, aussi appelée aire Clare-Bishop, localisée dans le gyrus suprasylvien (Berlucchi et

al, 1972; Hubel et Wiesel, 1965, 1969). Ces différentes régions corticales où le champ visuel est représenté, sont interreliées entre elles au sein d'un même hémisphère. Elles s'envoient mutuellement des projections homotopiques et hétérotopiques (projections interhémisphériques) et chacune reçoit et envoie des axones cellulaires aux autres aires (Berlucchi et al, 1972; Garey et al, 1968; Hubel et Wiesel, 1965).

Enfin, l'information visuelle chemine de la rétine au cortex via les structures sous-corticales. La voie géniculo-striée joue en particulier un rôle important dans le traitement de l'information visuelle, et pourrait s'avérer importante dans la perception de la profondeur (Berkley et Sprague, 1979).

Cellules corticales sensibles à la disparité rétinienne

C'est dans le cortex visuel primaire de chat que les premières études portant sur les cellules corticales binoculaires ont été effectuées. Les études (Barlow et al, 1967; Nikara et al, 1968) montrent que différents neurones sont sensibles à la disparité et que ceux-ci peuvent servir à la perception de la profondeur stéréoscopique. Cette découverte est confirmée non seulement chez le chat (Pettigrew et al, 1968; Joshua et Bishop, 1970; Hubel et Wiesel, 1973; Bishop et al, 1971) mais aussi chez le singe (Hubel et Wiesel, 1970; Poggio et Fisher, 1977; Poggio, 1984). Ces études démontrent qu'une partie des neurones du cortex visuel stimulée binoculairement, ont des champs récepteurs dans des positions exactement correspondantes dans le champ visuel. Les autres neurones, quant à eux, présentent des degrés variés de disparité entre les deux champs récepteurs des deux yeux. Les neurones qui montrent une disparité horizontale des champs récepteurs sont mieux activés par

des stimuli qui sont placés en avant ou en arrière du plan de référence (i.e. le point de fixation où le plus grand nombre de champs récepteurs sont exactement superposés). Hubel et Wiesel (1970, 1973) rapportent que ces cellules sensibles à la disparité sont localisées dans l'aire 18 (V2) et cela chez les deux espèces (Ces détecteurs de disparité ont été aussi mis en évidence dans les aires 17 et 18 du chat (Leporé et al, 1985). Aussi concluent-ils que la perception stéréoscopique a lieu à l'extérieur du cortex visuel primaire. Par contre, d'autres études conduites chez le singe montrent la présence de neurones sensibles à la disparité non seulement dans le cortex parastrié (V2) mais aussi dans la région visuelle primaire (V1) (Poggio et Fisher, 1978; Poggio, 1984). Les auteurs ont pu distinguer plusieurs types de neurones stéréoscopiques qu'ils groupèrent en deux catégories. La première, sensible à la disparité sur une étendue limitée et dont les réponses aux stimuli sont différenciées en deux classes: des neurones excitateurs et inhibiteurs. La deuxième catégorie, quant à elle, comprend des neurones sensibles à une large étendue de disparité rétinienne et possède une sélectivité réciproque pour des disparités croisées et non-croisées. Les propriétés de ces cellules corticales sont adaptés pour médier, respectivement, les mécanismes stéréoscopiques fins et grossiers (Bishop, 1981; Poggio, 1984).

Les cellules corticales binoculaires responsable pour la perception de la profondeur reçoivent l'information via le chiasma optique ou via le corps calleux. Une section du chiasma optique réduit le nombre de cellules conduites binoculairement à l'aire 17 et 18 (Berlucchi et Rizzolati, 1968), et les cellules binoculaires résiduelles doivent recevoir l'information via

le corps calleux (Berlucchi et al, 1967; Berlucchi et Rizzolati, 1968; Hubel et Wiesel, 1967; Innocenti, 1980). Par contre, la contribution du corps calleux à la binocularité est matière à débat. Certains auteurs (Payne et al, 1980) rapportent une diminution significative dans le nombre de cellules corticales binoculaires suivant une section callosale, alors que d'autres ont montré peu ou pas de changement dans la binocularité (Leporé et al, 1983; Minciocchi et Antonini, 1984). Malgré cette controverse, le fait retenu est qu'une section combinée du chiasma optique et du corps calleux abolie la binocularité corticale alors qu'une lésion de chaque structure séparément ne parvient pas à la restreindre (Berlucchi et al, 1983). Comme il est admis généralement que l'absence de binocularité corticale résulte en une incapacité à percevoir la stéréoscopie (stereoblindness) (Packwood et Gordon, 1975; Blake et Hirsh, 1975; Mitchell et Timney, 1982), l'interruption de l'un ou de l'autre, ou des deux ensembles, devraient altérer la stéréoscopie. Des études, chez l'humain, pour vérifier cette hypothèse ont été faites mais leurs conclusions demeurent plutôt équivoques. En effet, des patients commissurotomisés ont vu leur performance demeurée normale au pattern de Julesz ainsi que dans des cas isolés d'agénésie du corps calleux (Ettlinger et al, 1974). Par contre la perception binoculaire de la distance s'est avérée défectueuse chez le même type de patients (Lassonde, 1985). Une autre expérience a été effectuée chez un patient ayant subi une lésion traumatique du chiasma optique (Blakemore, 1970). Le sujet avait pour tâche d'évaluer la profondeur à partir d'un tachistoscope, les stimuli étant présentés sur les moitiés temporales des rétines. En dépit de la lésion, le patient rapporte une expérience de profondeur.

Les aires 17 et 18 étant les principaux réseaux d'afférences de la voie rétino-thalamique, il est logique de croire que ces régions jouent un rôle important dans le traitement de l'information visuelle. Cette hypothèse est confirmée chez l'homme et le singe, qui montrent de sérieux déficits dans différentes fonctions visuelles suivant des lésions du cortex strié (Leporé et al, 1976a,b; Pasik et Pasik , 1971; Miller et al, 1980). En ce qui concerne la perception de la profondeur stéréoscopique, des études électrophysiologiques rapportaient (comme mentionné précédemment) la présence dans le cortex de neurones sensibles à la disparité rétinienne horizontale qui pouvaient médier la stéréoscopie. En effet, la stéréoscopie, suite aux lésions des régions V1 et V2 (strié et parastrié) chez le singe macaque, voyait ses seuils de stéréoacuité grandement augmentés mais laissant intact la stéréoscopie globale (Covey et Wilkinson, dans Covey et Porter, 1979). Par contre, l'ablation du cortex inférotemporal altérerait la stéréoscopie globale (Covey et Porter, 1979).

Bien que l'évaluation de la stéréoscopie globale utilisant les stéréogrammes de points au hasard soit prouvée praticable chez le singe (Bough, 1970; Covey et al, 1970), aucune technique comportementale n'avait été encore imaginée pour évaluer cette fonction chez le chat. Aussi, les études chez le chat sont moins nombreuses, et n'utilisent pas les stéréogrammes de Julesz.

Une variété de techniques ont été imaginées pour évaluer la perception de la profondeur chez cette espèce telle que la technique de projection d'ombres (shadow casting) (Packwood et Gordon, 1975), la falaise visuelle (visual cliff) (Walk et Gibson, 1960; Cornwell et al, 1976), l'appareil à

saut (jumping stand) (Mitchell et timney, 1982) et les stéréogrammes en lignes (line stereograms) (Fox et Blake, 1971). Une expérience chez le chat a montré qu'après l'ablation des aires 17 et 18 un très faible seuil binoculaire était mesuré avec l'appareil à saut (Kaye et al, 1981). Les auteurs concluaient que la perception de la profondeur utilisant la binocularité, du moins chez cette espèce, était dépendante de l'intégrité du cortex visuel primaire. Malheureusement, aucune donnée n'avait été fournie sur la stéréoscopie car toutes ces techniques ne parvenaient pas à éliminer tous les indices monoculaires. C'est dans les laboratoires de l'U.Q.T.R. qu'on a mis au point une technique permettant l'utilisation des stéréogrammes de Julesz. Cette technique nous a permis de vérifier les effets de certaines lésions sur la stéréoscopie globale telles les sections du chiasma optique, du corps calleux, et les deux combinés, et l'ablation des aires 17 et 18 (Ptito et al, 1985).

En ce qui concerne la section du chiasma optique, les auteurs démontrent une forte, bien qu'incomplète, altération de la stéréoscopie. Pour ce qui est de la lésion du corps calleux, elle n'altère pas grandement le processus stéréoscopique. Ce résultat reflète le peu de changement dans la binocularité qui apparaît à la suite d'une callosotomie (Minciacchi et Antonini, 1984). Néanmoins, il serait difficile de nier la contribution du corps calleux comme processus puisque les sections combinées des deux voies produisent une perte complète de binocularité (Berlucchi et al, 1983) aussi bien que l'abolition de la stéréoperception (Ptito et al, 1985).

Les aires 17 et 18, régions du cortex visuel reconnues pour leurs fortes proportions en neurones binoculaires semblent en effet abolir la stéréoscopie globale après leurs ablations (Ptito et al, 1985). Les autres neurones binoculaires trouvés dans d'autres régions corticales, telle l'aire suprasylvienne (SSL), ne sont pas suffisants pour médier la stéréoscopie. En effet, suite aux lésions des aires 17, 18, leurs projections afférentes à SSL induisent dans cette dernière une forte réduction dans la proportion de cellules binoculaires (Spear et Baumann, 1979).

L'aire suprasylvienne (SSL)

Celle-ci s'étendait à l'origine seulement le long de la paroi médiane du sulcus suprasylvien antérieur et médial (Clare et Bishop, 1954; Hubel et Wiesel, 1969; Marshall et al, 1943). Les études anatomiques de Heath et Jones (1970) ont prolongé cette région jusque dans le sulcus suprasylvien postérieur. Lors d'enregistrement cellulaire de la région suprasylvienne, Spear et Baumann (1975) ont émis l'hypothèse que cette dernière pourrait s'étendre sur les deux parois du sulcus suprasylvien. Plus tard, Palmer et al (1978), au moyen d'enregistrements électrophysiologiques, confirment cette hypothèse en subdivisant la région de l'aire suprasylvienne latérale en six sous régions, basées sur leur intégrité rétinotopique. C'est ainsi que sur les parois médiane et ventrale du sulcus que nous localisons les divisions: antéromédiane (AMLS), postéromédiane (PMLS) et ventromédiane (VLS), les deux premières étant l'aire suprasylvienne latérale d'origine. Trois autres divisions se dessinent sur les parois latérale et dorsale: antérolatérale (ALLS), postérolatérale (PLLS), dorsolatérale (DLS). Celles-ci sont en quelque sorte

des représentations miroirs des divisions des parois médiane et ventrale (Palmer et al, 1978).

Cette région est d'un intérêt particulier parce qu'elle reçoit les inputs provenant des voies rétine-LGN, tecto-thalamique, et prétecto-thalamique en plus des inputs directs et indirects (via le thalamus) dérivant des aires visuelles 17, 18 et 19 (Graybiel et Berson, 1981; Sherman et Spear, 1982). De plus, la plupart des neurones dans le cortex SSL possèdent des champs récepteurs visuels bien définis répondant sélectivement à la direction de stimulus en mouvement, et pouvant être actionnés par les deux yeux (Heath et Jones, 1971; Hubel et Wiesel, 1969; Spear et Baumann, 1975; Turlejski, 1975). Ceci démontre que l'aire SSL est clairement une aire visuelle bien développée du cortex.

Berlucchi et al (1979) ont montré chez des animaux ayant subi une lésion de l'aire SSL, que le transfert interoculaire était parfait du cortex lésé au cortex intact, mais déficient dans la direction opposée (intact à lésé). Ptito et Leporé (1983) ont repris cette étude. Ils rapportent des résultats semblables en ce qui concerne le transfert interoculaire de l'hémisphère lésé à l'hémisphère intact. Dans la direction opposée par contre, le transfert est encore présent bien qu'il soit moins bon que dans le sens inverse. Cette étude met donc en évidence l'importance relative du cortex SSL dans le transfert interhémisphérique visuel.

Par ailleurs, il semblerait que l'aire SSL n'ait pas un rôle crucial dans d'autres types de fonctions visuelles. Spear et al (1983) ont en-

trepris une série d'expériences chez des chats afin de définir les fonctions comportementales de l'aire visuelle suprasylvienne latérale. Les tâches comportementales comprenaient l'habileté des animaux à orienter la tête et les yeux en fonction d'un stimulus présenté dans des localisations particulières du champ visuel, l'habileté à apprendre le renversement successif (reversal) d'un double choix de discrimination de pattern visuel, l'habileté à maintenir ou déplacer l'attention entre des formes visuelles pertinentes ou non-pertinentes et enfin la discrimination de forme ou de luminosité. Pour ce faire, huit chats ont appris chacune de ces tâches. Par la suite, quatre de ces animaux ont subi des lésions bilatérales du cortex SSL, tandis que les quatre autres servaient de groupe contrôle. Les auteurs arrivent à la conclusion que les lésions du cortex SSL n'ont aucun effet significatif sur la performance des apprentissages. Aussi, il apparaît que cette région du cortex ne joue aucun rôle essentiel dans la discrimination de forme ou de luminosité simple, de renversement successif (reversal) de forme, le maintien et le déplacement de l'attention visuelle et enfin l'orientation de la tête et les yeux vers des stimuli visuels (Spear et al, 1983).

Même si les aires 17 et 18 semblent les régions visuelles corticales essentielles à la stéréoscopie (Ptito et al, 1985) il serait intéressant de vérifier si d'autres régions du cortex, telle l'aire SSL, n'aurait pas une part à jouer dans le processus stéréoscopique. C'est ce que suggère l'étude de Spear et al (1983). En effet, les auteurs émettent l'hypothèse que l'un des rôles pouvant être attribué au cortex SSL est celui de la perception binoculaire de la profondeur. Celle-ci est basée sur le fait que les cellules

de l'aire SSL sont particulièrement sensibles aux changements de disparité rétinienne. Il serait donc possible que cette région soit l'un des sites corticaux permettant la fusion binoculaire et conséquemment la stéréoscopie. De plus, cette région est visuelle, riche en fibres callosales et cortico-corticales et reçoit beaucoup d'afférences du complexe des noyaux thalamiques. Si l'on se rapporte aux caractéristiques de l'aire SSL suivant d'autres auteurs, (Kawamura, 1973; Miskin, 1966, 1972) on les compare à celle du sulcus temporal supérieur chez le singe. Certaines régions de ce sulcus, telle le cortex inférotemporal joue un rôle important dans l'intégration de l'information visuelle au niveau du transfert (Miskin, 1966). De plus, l'ablation du cortex inférotemporal abolit la stéréoscopie globale (Cowey et Porter, 1979).

Hypothèse

Les données mentionnées ci-haut, nous amènent à postuler qu'une lésion bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale interfèrerait avec la capacité de discriminer des formes stéréoscopiques (stéréogrammes de Julesz).

Chapitre II

Description de l'expérience

Les sujets

L'expérimentation porte sur quatre chats adultes des deux sexes, pesant entre trois et cinq kg. Tous les chats sont expérimentalement naïfs. Dès leur arrivée au laboratoire et tout au long de la durée de l'expérience les chats sont installés dans des cages individuelles. Les animaux sont nourris et abreuvés ad libitum par un personnel restreint: les expérimentateurs et les préposés aux soins animaliers. Ceci permet d'éviter toute réaction de peur de la part des animaux à la vue des expérimentateurs ou lors de leur transport à la salle d'expérimentation.

Appareillage

L'appareil (figure 2) est une version modifiée de la boîte de Thompson. Il est construit sous la forme d'une boîte rectangulaire en feuilles de plexiglas gris (longueur: 120cm; largeur: 46cm; hauteur: 41cm) et divisée en trois sections. Celles-ci comprennent un compartiment de départ (longueur: 40cm), un couloir de décision (longueur: 57cm) et un compartiment d'arrivée (22cm) où une cloison (16cm) le sépare en deux. L'animal attend donc quelques secondes dans le premier compartiment, un expérimentateur soulève une porte guillotine opaque (largeur: 25cm; hauteur: 44cm), une fois dans le couloir de décision le sujet doit pousser l'une des deux portes (largeur: 21cm; hauteur: 28cm) sur lesquelles sont projetés les stimuli afin de sortir et obtenir un renforcement. Ces portes sont faites de plexiglas conçu

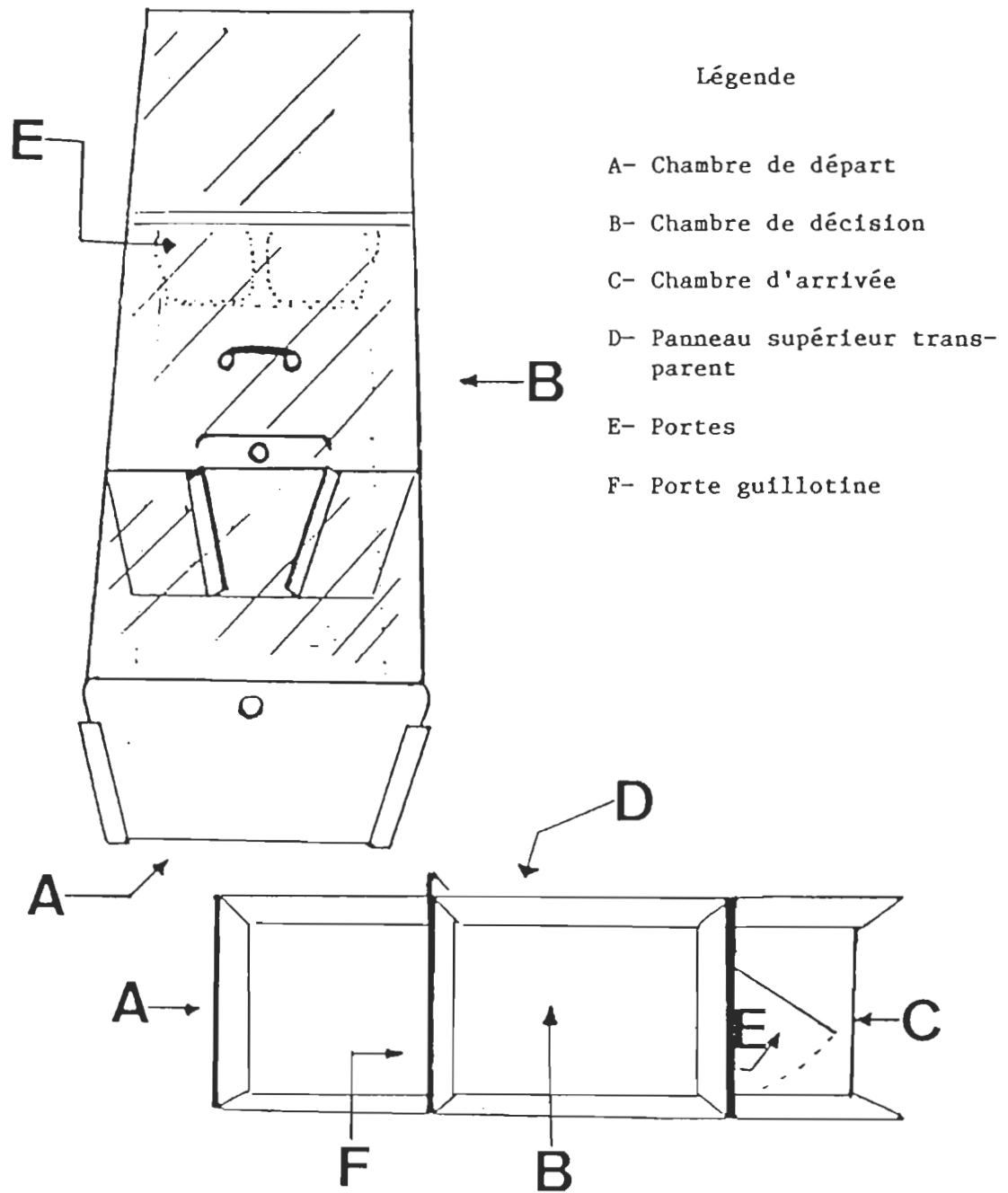


Fig. 2. Boîte de Thompson.

pour la projection. Il est à noter qu'un bloqueur en métal (hauteur: 5cm; diamètre: 1cm) est placé à deux cm devant la porte représentant le stimulus négatif pour faciliter l'auto-correction de l'animal. Enfin, le couloir de décision est recouvert d'un panneau de plexiglas transparent pour permettre à l'expérimentateur d'observer le chat tout le long du processus de discrimination.

Les stimuli

Les paires de stimuli utilisés pour les tâches de discrimination visuelle sont présentées à la figure 3. Celles-ci sont introduites par ordre croissant de difficulté. Ainsi en A, les premières aperçues sont le noir versus la lumière. La deuxième paire est représentée en B et est constituée d'une barre horizontale et d'une barre verticale (longueur: 15cm; largeur: 5cm), toutes deux blanches sur fond noir. En C, les mêmes barres sont employées mais cette fois elles sont sur un fond de petits points (100X100 points) placés au hasard à l'aide d'un ordinateur. Les barres, elles-mêmes, sont composées de petits points mais moins dense que le fond, produisant un effet de texture et donnant ainsi la forme aux stimuli. Ceux-ci n'ont aucune disparité et pour cette raison ils sont appelés stimuli pseudo-stéréoscopiques. Cette étape en est une de préparation pour la suivante: la stéréoscopie. A la figure 4, ce sont les stéréogrammes de Julesz d'où la stéréoscopie est extraite. En A, la barre horizontale est représentée et en B, la barre verticale. Les stimuli stéréoscopiques sont produits par les stéréogrammes de Julesz qui, pairés, permettent leur perception en trois dimensions. Chaque stéréogramme, ou matrice, contient 10 000 points (100X100 points) disposés au

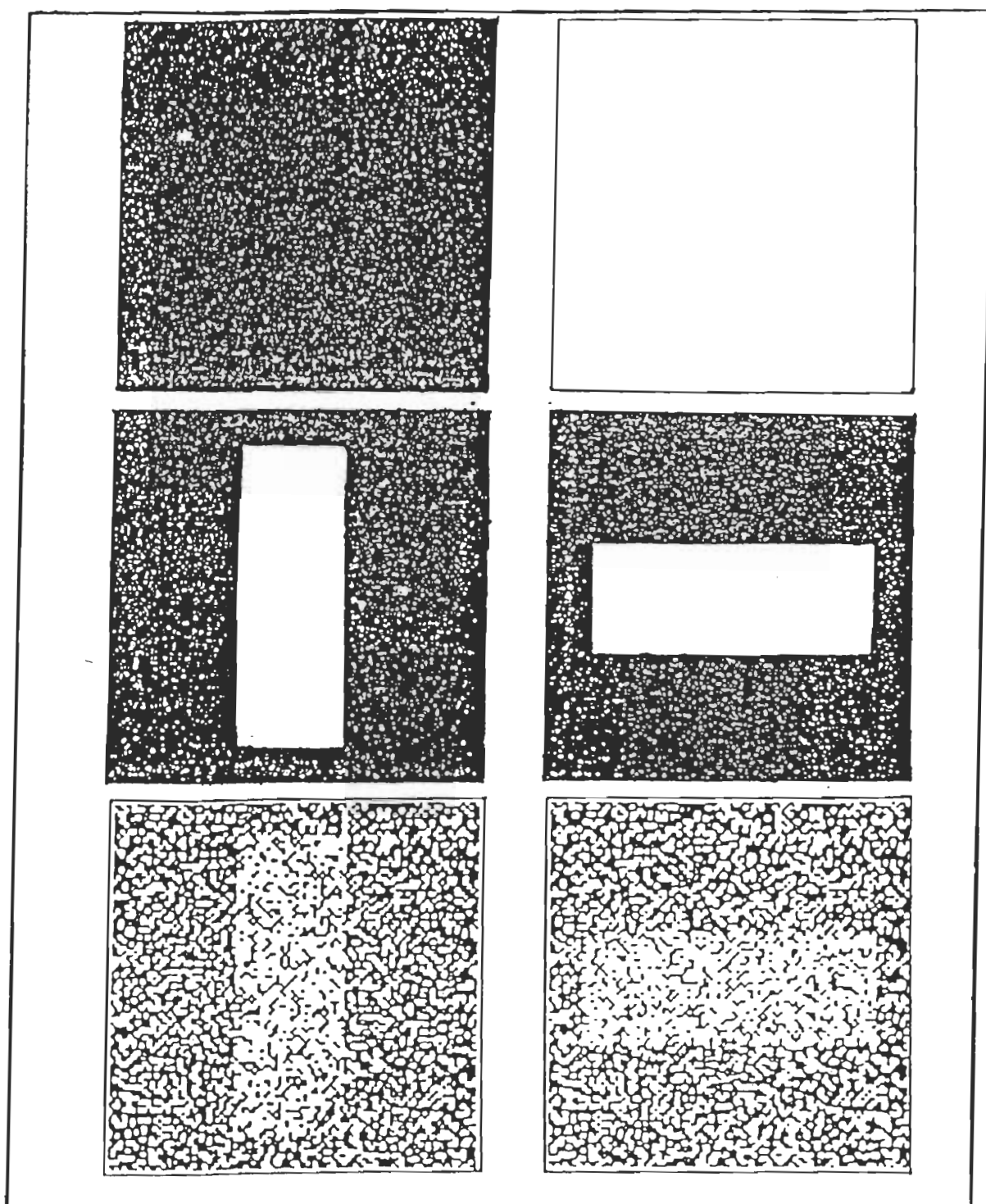


Fig. 3. Paires de stimuli utilisées au cours de l'expérimentation.

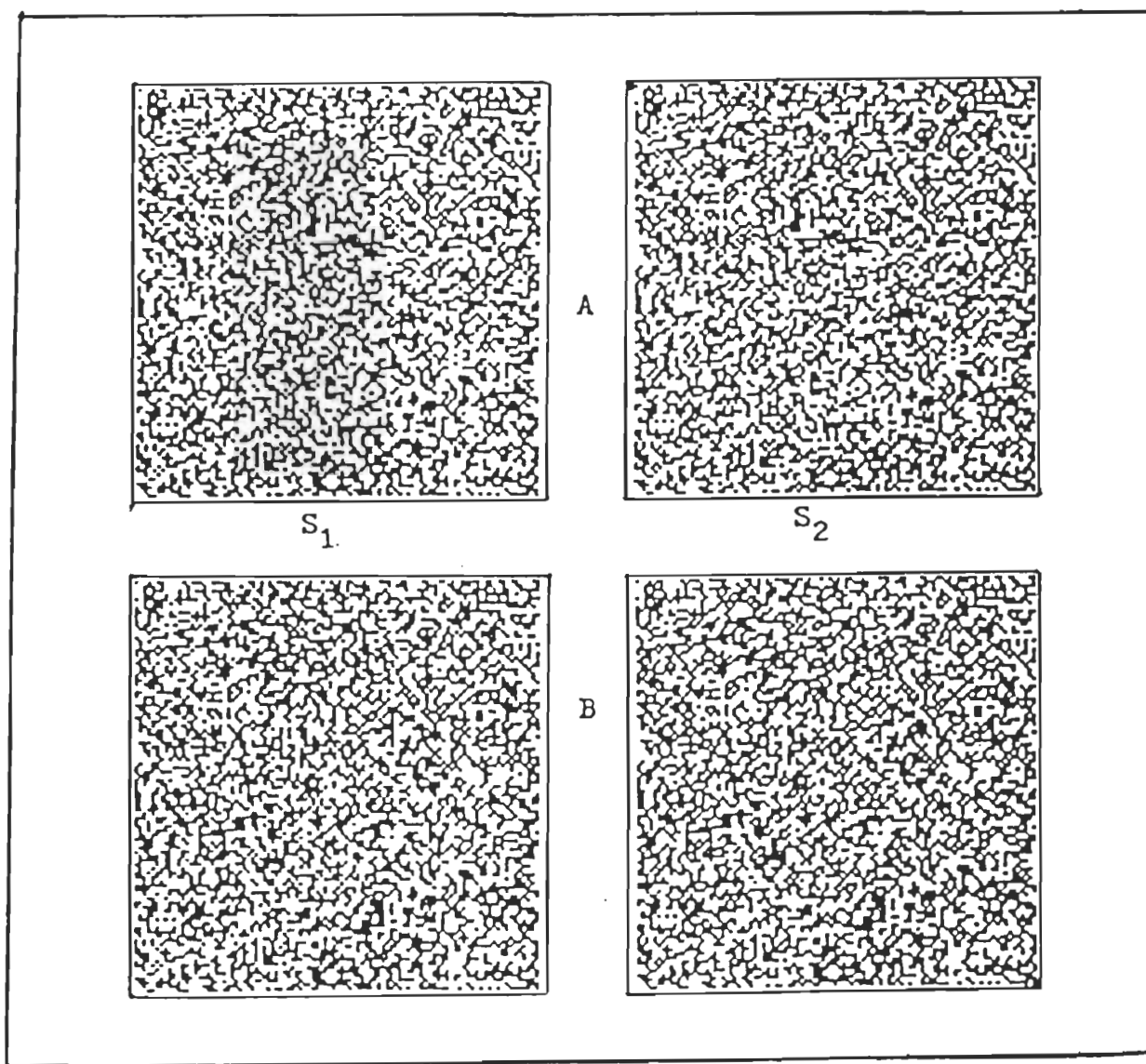


Fig. 4. Stéréogrammes de Julesz utilisés pour l'étude. A. Barre verticale
B. Barre horizontale. S₁: partie gauche du stéréogramme. S₂: partie droite
du stéréogramme.

hasard à l'aide d'un ordinateur et quand il est vu seul tout ce qui est perçu est une surface plate texturée. Les deux stéréogrammes sont identiques sauf un où le stimulus, dessiné au centre, est déplacé latéralement (figure 5A) et ce déplacement est de quatre éléments d'images correspondant à 21mn d'arc (Julesz, 1971). Ainsi quand on superpose la paire de stéréogrammes et que celle-ci est vue binoculairement (une matrice présentée à chaque oeil), le déplacement perçu dans un oeil génère une disparité binoculaire entre les yeux, laquelle produit un effet de profondeur appelé la stéréoscopie. Enfin, les stimuli représentant la barre horizontale et verticale desservent un angle visuel de 15°.

Ordre de présentation des stimuli

Les stimuli sont présentés alternativement de façon aléatoire à gauche et à droite selon les tables de Gellerman (1933) (appendice A). Ainsi, lors de chaque présentation d'une paire de stimuli à discriminer, la position du stimulus positif alterne à droite et à gauche. Pour une session de quatre blocs de dix essais, la porte présentant le stimulus positif est située en position droite pour cinq essais et en position gauche pour les cinq autres. De plus, la position du stimulus positif pour chacun des quatre blocs lors d'une session d'entraînement commence toujours dans la même position et se termine dans la position inverse. Toutefois, la position de départ pour chaque session alterne d'une fois à l'autre, de telle sorte que les sessions ne peuvent commencer tout le temps dans la même position. Enfin, le stimulus positif n'est jamais présenté plus de trois fois consécutives dans un bloc de dix essais. Il est à noter que la barre verticale représente toujours le sti-

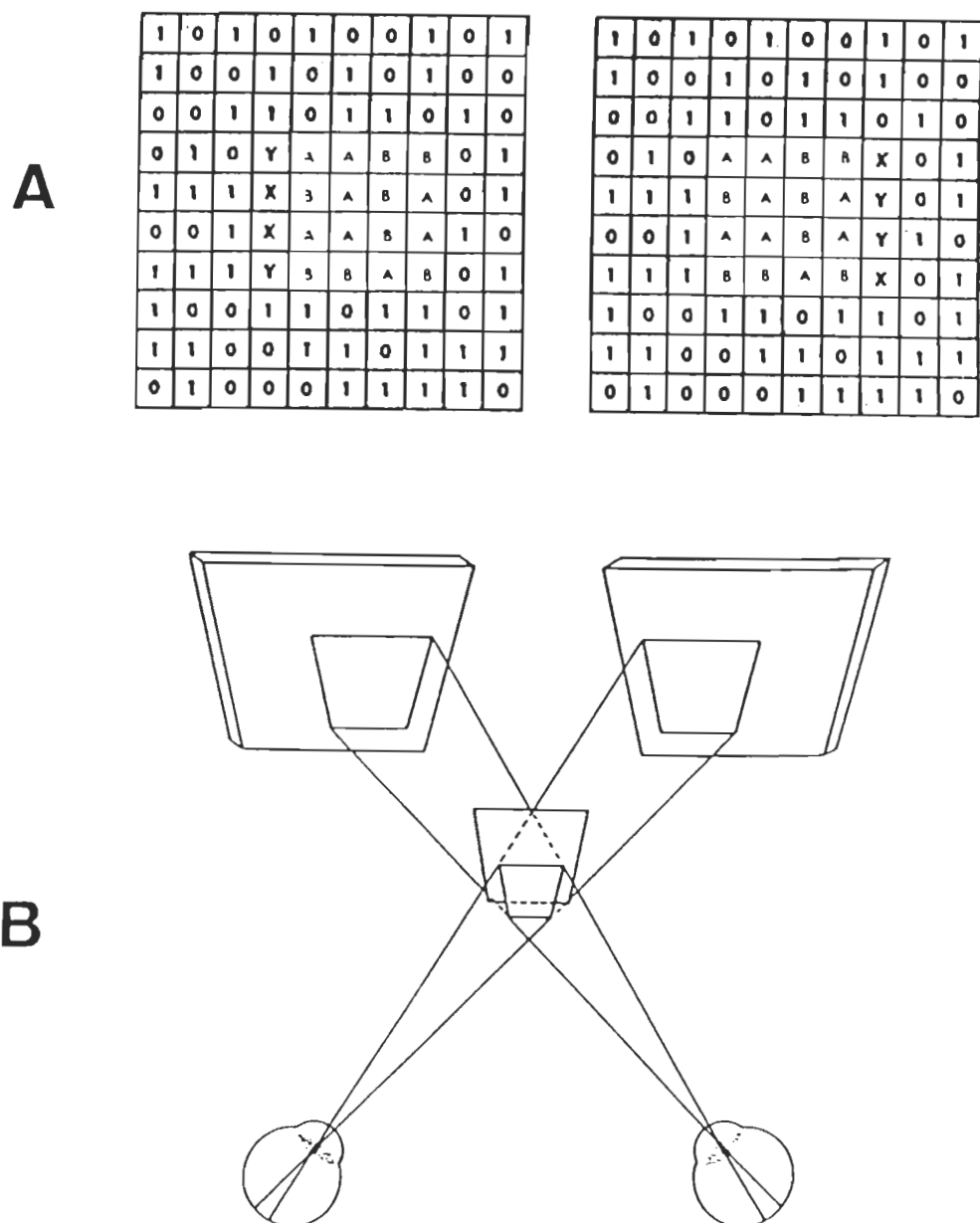


Fig. 5. A. Illustration de la façon dont la fig. 4 a été générée. B. Effet produit lorsque ces figures disparates sont vues binoculairement à travers les filtres de couleur. L'on obtient la perception d'une surface unique de laquelle se détache un carré central.

mulus positif et la barre horizontale le négatif.

Système de projection

Pour les trois premières tâches, soit le noir versus la lumière, la barre horizontale versus la barre verticale, toutes deux blanches sur fond noir et la pseudo-stéréoscopie, deux projecteurs à diapositives (Kodak de type "Caroussel 650H") sont utilisés. Ces appareils sont situés à 100 cm devant la boîte de Thompson et chacun projette un stimulus sur chacune des portes par lesquelles l'animal doit sortir.

Pour la tâche utilisant les stimuli stéréoscopiques, quatre projecteurs à diapositives sont utilisés. Deux de ces appareils sont superposés et servent à projeter un stimulus sur une porte. De façon analogue les deux autres appareils, également superposés, permettent de projeter une image sur l'autre porte de discrimination. Chaque projecteur envoie une partie du stéréogramme. Les deux projecteurs du bas sont munis de filtres rouges (Wratten no.25A) et ceux du haut possèdent des filtres verts (Wratten no.58) tel que décrit dans Fox et Blake (1971) et Packwood et Gordon (1975).

Lentilles

Plusieurs études concernant la stéréoscopie (Walk et Gibson, 1960; Fox et Blake, 1971; Packwood et Gordon, 1975; Cornwell et al, 1976; Mitchell et Timney, 1982) ont vu leur conclusion limitée par le fait que la technique utilisée ne parvenait pas à éliminer, pour certaines, les indices monoculaires, alors que pour d'autres, les stimuli utilisés présentaient une configuration ou de la forme. Ces techniques ne pouvaient donc qu'amener un doute quant à la perception réelle de la stéréoscopie. Pour utiliser les stéréo-

grammes de Julesz, les chats se devaient de porter des lunettes ou verres de contact afin de permettre le contrôle séparé des stimuli visuels aux deux yeux (Mitchell et Timney, 1982). C'est ainsi que, dans nos laboratoires, furent mises au point des lentilles sclérotiques permettant aux animaux de percevoir la troisième dimension à travers les anaglyphes, et ainsi la contrôler. Déjà des études sur la stéréoscopie ont été faites dans nos laboratoires (Ptito et al, 1982; Ptito et al, 1985; Leporé et al, 1986; Ptito et al, 1986a, b) et elles démontrent sans équivoque que le chat possède une vision stéréoscopique.

La technique utilisée est celle-ci. Le chat porte des lentilles sclérotiques de plastique noir qui recouvrent entièrement les yeux de l'animal. Elles possèdent différents diamètres afin de s'adapter à ses yeux (17 à 18mm). L'ouverture varie de huit à dix mm selon la grandeur du diamètre de la lentille. C'est sur cette ouverture que sont montés les filtres; soit un filtre vert (Wratten no.58) pour l'oeil gauche et un filtre rouge (Wratten no.25A) pour l'oeil droit. Alors l'oeil gauche ne perçoit que la partie du stéréogramme projetée en vert et l'oeil droit la partie projetée en rouge. La figure apparaît donc en profondeur, en avant du fond, à travers les filtres chromatiques (disparité croisée).

Les lentilles sont faciles à placer et bien tolérées par les animaux. Aussi, de grands soins sont pris pour éliminer tous risques d'infection possible en lavant les lentilles dans une solution ophtalmique après chaque utilisation. La figure 6 montre la photographie d'un chat portant des lentilles sclérotiques.



Fig. 6. Photographie d'un chat portant des lentilles sclérotiques.

Procédure d'expérimentation

Tous les sujets effectuent les mêmes tâches pré-opératoire et par la suite devront subir l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale. Après la chirurgie les animaux recommenceront les mêmes tâches afin de vérifier si la lésion interfère dans l'apprentissage de ces tâches discriminatives.

Les sessions d'apprentissage sont quotidiennes à raison de 40 essais consécutifs. Leur durée est d'environ 20 minutes. A chaque essai, le sujet est placé dans le compartiment de départ. Dès qu'il entre dans le couloir de décision se dresse devant lui la paire de stimuli qu'il doit discriminer. Les stimuli sont déplacés de telle sorte que la porte représentant le stimulus positif corresponde aux positions déterminées par les tables de hasard de Gellerman (1933).

La porte représentant le stimulus positif et par laquelle le chat doit sortir est laissée libre d'accès alors que l'autre, représentant le stimulus négatif, est verrouillée. L'animal doit donc effectuer correctement la discrimination en poussant la porte représentant le stimulus positif afin de sortir et obtenir un renforcement. Le chat qui pousse la porte verrouillée, c'est-à-dire la porte négative peut corriger son action et sortir par la porte représentant le stimulus positif, et par conséquent obtenir le renforcement. Dans ce cas par contre, une erreur est enregistrée. Si après un certain nombre de séances d'entraînement, l'animal montre une préférence marquée pour l'une ou l'autre des portes, et ce, indépendamment de la position du stimulus positif, l'expérimentateur procède alors à des essais de façonnement (shaping). Ceux-ci consistent à obliger l'animal à sortir par chacune des portes auparavant déverrouillées. Le façonnement terminé, l'animal poursuit l'entraînement là où il l'avait interrompu selon les séquences aléatoires de la table de Gellerman (1933).

Lors de l'apprentissage d'une discrimination, le critère de réussite est fixé à 36 bonnes réponses dans une session de 40 essais et ce pendant

trois sessions consécutives de 40 essais, c'est-à-dire trois fois 90%.

Déroulement de l'expérience

Etape I

C'est une étape de familiarisation de l'animal avec l'expérimentateur et l'appareillage. Pendant une période d'une durée de 20 à 30 minutes les portes de l'appareil sont laissées ouvertes et aucun stimulus n'est présenté à l'animal. Ces sessions sont effectuées durant trois jours afin d'habituer le sujet à sortir de la boîte sans contrainte expérimentale.

Ensuite on entraîne l'animal à un processus de discrimination. Il doit accomplir un apprentissage de discrimination d'intensité (noir vs lumière). La porte noire représente le stimulus positif et la porte éclairée étant le négatif. Cet apprentissage s'effectue binoculairement et se poursuit jusqu'à l'atteinte du critère final mentionné précédemment. De plus, cette étape permet de vérifier si le sujet est en mesure d'apprendre une tâche de discrimination visuelle simple.

Etape II

Les sujets sont soumis aux différentes tâches discriminatives de forme. Pour cette étape, les stimuli à discriminer sont, la barre horizontale versus la barre verticale, toutes deux blanches sur fond noir. Une fois le critère de réussite atteint l'on passe à l'étape suivante.

Etape III

Cette fois l'animal est confronté à la barre horizontale versus la barre verticale mais en pseudo-stéréoscopie (voit p. 25 et fig. 3). Une fois

le critère atteint, l'animal procède à un sur-apprentissage, c'est-à-dire qu'il doit exécuter 1200 essais avec les mêmes stimuli. Cela permet de consolider leur apprentissage et de leur donner une préparation adéquate avant d'aborder la stéréoscopie. C'est aussi pendant cette période que les chats sont familiarisés avec le port des lentilles, primordial pour l'étape suivante.

Etape IV

Maintenant les stimuli présentés sont la barre horizontale versus la barre verticale vues à travers les stéréogrammes de Julesz en stéréoscopie.

Une fois le critère atteint pour la stéréoscopie l'on procède à son contrôle. Le test contrôle, similaire à celui de Bough (1970) et de Harweth et Boltz (1979a), s'effectue en vision monoculaire. Les mêmes stéréogrammes (barre horizontale vs barre verticale en stéréoscopie) sont utilisés sauf que l'animal porte une lentille opaque sur un oeil et sur l'autre une lentille avec un filtre tantôt rouge, tantôt vert. Pour chaque oeil 100 essais sont faits. Le test s'exécute de la manière suivante: pour chaque bloc de 40 essais, les 10 premiers se font de façon régulière (vision binoculaire), les 10 suivants servent au test contrôle (vision monoculaire), tandis qu'on revient au mode régulier pour les 10 suivants et les 10 derniers appartiennent au test contrôle.

Enfin, le pourcentage de réussite doit se situer autour de 50%, signifiant ainsi que la performance obtenue en stéréoscopie n'est pas subordonnée à des indices monoculaires ou autres, mais bien à des indices de dispari-

té binoculaires.

Etape V

Méthode chirurgicale

Les contrôles terminés, les sujets sont maintenant prêts à subir les chirurgies. Elles s'effectuent dans des conditions d'asepsie partielle. L'animal pesé, reçoit une injection intra-musculaire (I.M.) d'atropine 1% (Stro-sol, 0.2mg/kg) afin de prévenir les sécrétions salivaires et bronchiques (Parasympatholytique). Ensuite, l'animal est anesthésié par injection I.M. d'un mélange de chlorhydrate de kétamine (kétaset, 10mg/kg) et d'acépromazine maléate (Atravet, 10mg) et installé dans un appareil de contention David Kopf (modèle 1404). Les chirurgies s'opèrent de visu, à l'aide d'un microscope à dissection Zeiss (modèle VI, agrandissement 40X).

Les lésions corticales s'exécutent selon la méthode décrite par Spear et Braun (1969). La boîte crânienne est trépanée, la dure-mère est incisée et repliée sur un côté près du plan sagittal-médian. Ensuite l'ablation est faite par aspiration sub-piale. Beaucoup de soins sont pris afin d'épargner tous les vaisseaux sanguins majeurs dans la région de l'ablation. S'il est nécessaire, les petits vaisseaux sanguins sont coagulés. Les lésions sont limitées à l'aire suprasylvienne latérale (Clare et Bishop, 1954; Hubel et Wiesel, 1969), sur la paroi médiane du sulcus suprasylvien au niveau des subdivisions antéromédiane (AMLS) et postéromédiane (PMLS) telles que décrites par Palmer et al, (1978) (Voir figure 7).

L'animal après l'opération est soumis à un traitement aux antibiotiques (Pénicilline-Streptomycine), répété au besoin. Une période de convalescence al-

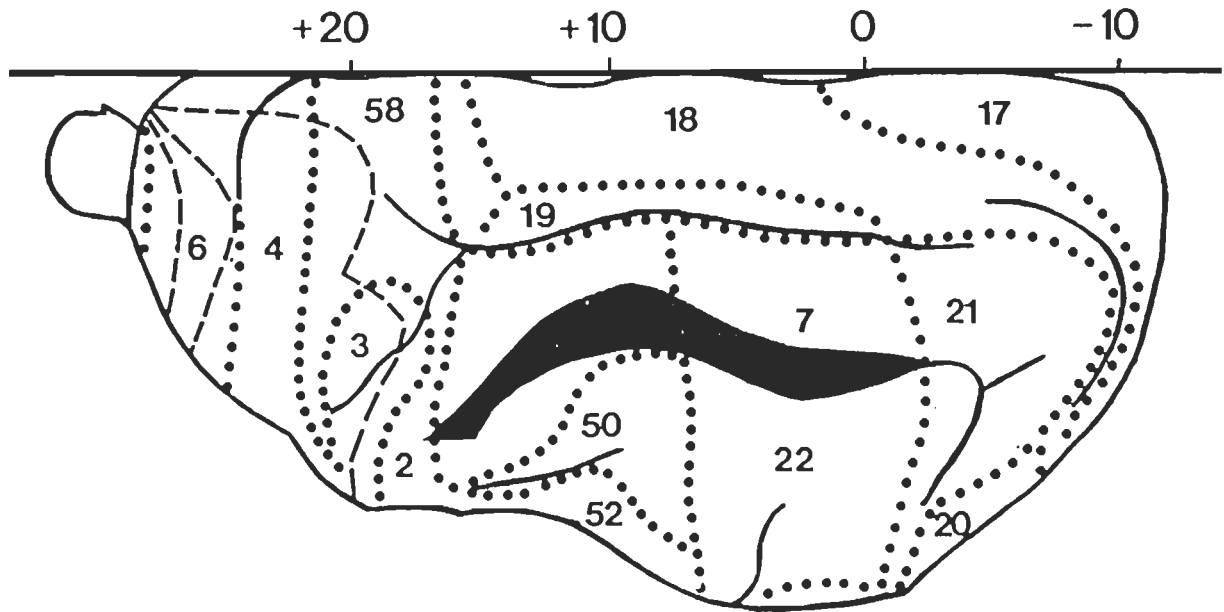


Fig. 7. Étendue prévue pour la lésion de l'aire suprasylvienne latérale (d'après Ptito et al, 1981). La zone noire représente la lésion.

lant de un à deux mois est accordée à chaque animal avant le début des sessions d'entraînement.

Etape VI

Les sujets recommencent les apprentissages effectués avant la chirurgie. Ils doivent donc réatteindre le critère pour chacune des tâches à discriminer. Si les sujets atteignent le critère d'apprentissage pour la stéréoscopie en dedans de 1000 essais, les tests contrôles décrits à l'étape IV seront refaits. Seulement 1000 essais sont permis aux animaux pour résoudre cette dernière tâche de discrimination, après laquelle se termine l'expérience.

Alignement oculaire

La méthode photographique décrite par Sherman (1971) pour mesurer l'alignement oculaire a été utilisée pour tous les chats. La première séance de photo est faite lorsque les animaux sont normaux (pré-opératoire) et la seconde série de photo est prise après la chirurgie (post-opératoire).

A. Matériel

Un appareil photo, 35mm, de marque Olympus OM-2 muni d'un objectif auto-macro F50mm et d'un moteur qui prend cinq photographies par seconde furent utilisés pour prendre les clichés. Un écran de carton noir (100X100cm) est installé, pourvu d'un trou par lequel l'objectif de la caméra est fixé. Celle-ci est posée sur un trépied placé derrière l'écran. Au dessus de l'objectif, au centre, un point lumineux produit par un système de fibre optique sert de point de fixation, Un expérimenteur maintient le sujet devant l'écran à 635mm de distance. Deux réflecteurs 1000 watts disposés à 45° de chaque côté de l'animal sont utilisés pour l'éclairage. L'on se place derrière l'écran, hors de vue de l'animal, et quand il regarde fixement le point lumineux, un reflet cornéen est produit dans chaque oeil que l'on capture par la prise photographique.

Un film noir et blanc TRI-X 400 ASA est utilisé et le papier photographique qui sert pour les agrandissements est de marque Ilford multigrade II (20.3X25.4cm). De 15 à 20 photographies sont prises et développées avec un révélateur D-76 concentré pour chaque animal dont trois sont retenues et agrandies (rapport d'agrandissement= 0.12) pour le calcul de l'alignement oculaire. Une règle millimétrique Helios Fowler est utilisée pour les mesures.

B. Calcul de l'alignement oculaire

Pour chacune des trois photos choisies, trois expérimentateurs prennent chacun trois mesures. La moyenne est ensuite calculée, ceci, afin de minimiser le risque d'erreur dû à la très grande précision des mesures (vingtième de millimètre). Toutes les mesures sont transcrites dans un tableau (voir appendice B) pour faciliter les calculs. La méthode de calcul est la suivante:

1. Choisir l'oeil central, c'est-à-dire l'oeil (droit ou gauche) dans lequel le point lumineux est le plus au centre possible de la pupille.
2. Il s'agit de trouver le centre de la pupille. Pour ce faire, l'on tire une ligne verticale de chaque côté de la pupille. La distance entre les deux lignes donne la largeur de la pupille et lorsque cette valeur est divisée par deux le milieu de la pupille est obtenu.

Si le point lumineux n'est pas au centre de la pupille, ni dans l'oeil droit, ni dans l'oeil gauche, alors l'on choisit un oeil au hasard comme oeil central. Il est alors essentiel de faire un calcul de correction entre le point lumineux et le centre de l'oeil. Pour faire le calcul de correction, il s'agit de mesurer la distance entre le point milieu et le point lumineux.

3. Le calcul de l'alignement oculaire pour l'autre oeil appelé "oeil dévié", s'effectue de la même manière que pour l'oeil central. Il s'agit de mesurer la largeur de la pupille, trouver le point milieu, faire le calcul de correction entre le point lumineux et le point milieu de l'oeil. Ensuite les deux valeurs de correction trouvées pour chaque oeil sont addi-

Exemple

- A- Moyenne cloison nasale (photo)= 9.90
 B- Moyenne cloison nasale (réelle)= 4.28
 C- Correction de déviation (photo)= 2.92
 D- Correction de déviation (réelle)= ?

Ratio

A=B	$\frac{B \times C}{A} = D$	$\frac{4.28 \times 2.92}{9.90} = 1.26$
C=?	A	9.90

tionnées pour donner la correction de déviation totale de l'agrandissement de la photo.

4. Comme les photographies des animaux sont des agrandissements, il est essentiel de faire un ratio qui permet de traduire la correction de déviation de la photo à la grandeur réelle de l'animal. Aussi, cinq mesures de la cloison nasale ont été prises par deux expérimentateurs (avec la règle millimétrique) sur l'animal "réel" et sur chaque photo de ce dernier. Ensuite la moyenne est calculée et par une simple règle de trois entre la correction de déviation, l'agrandissement de la photo et la grandeur réelle de l'animal donnent la déviation moyenne réelle (voir l'exemple ci-dessus).

L'étude de Sherman (1971) montre chez le chat que la déviation normale se situe de un à deux millimètres. Ainsi, des déviations supérieures ou inférieures à ces nombres provoqueraient un strabisme soit divergent ou convergent qui, si cela s'avèrerait être le cas, compromettrait la perception de la troisième dimension.

Chapitre III

Analyse et interprétation des résultats

Méthode d'analyse

La méthode d'analyse comprend tout d'abord des courbes de performance. Elles sont obtenues en calculant le nombre de bonnes réponses en fonction du nombre d'essais. Ce dernier est divisé en bloc de 40 essais et le pourcentage de bonnes réponses est calculé pour chaque bloc.

Une analyse individuelle pour chacune des tâches est effectuée au niveau pré et post-opératoire. Par la suite une analyse globale est fournie, permettant ainsi de comparer les apprentissages avant et après la chirurgie pour tous les chats.

Résultats

Analyse individuelle

Comme mentionné précédemment tous les chats ont suivi un entraînement identique. Les résultats pour chacune des tâches sont rapportés, de même que des graphiques, pour chaque animal.

A. Résultats pré-opératoires

1. Chat "Lulu"

Pour le sujet "Lulu" l'on observe à la figure 8A que 200 essais sont nécessaires pour atteindre le critère à la tâche de discrimination noir vs lumière. De même, il met 200 essais pour l'apprentissage barre horizontale

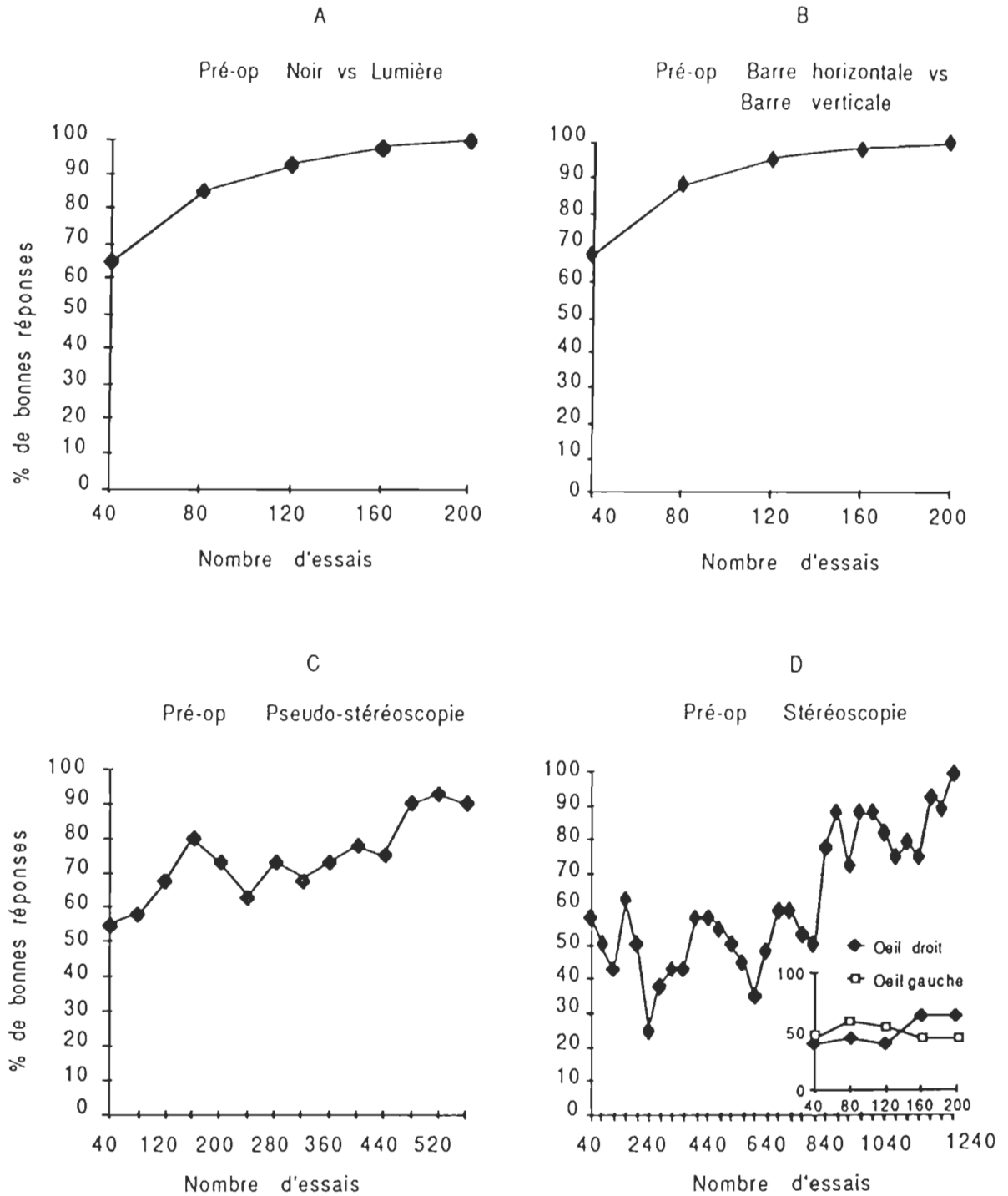


Fig. 8. Courbes d'apprentissage du sujet "Lulu" pour les différentes tâches discriminatives et les contrôles exprimées en pourcentage à l'étape pré-opératoire.

vs barre verticale, blanche sur fond noir tel que vu à la figure 8B. A l'étape pseudo-stéréoscopique (fig.8C), il met 560 essais pour atteindre le critère de réussite. Enfin, la dernière tâche à discriminer que le sujet réalise sont les stéréogrammes de Julesz avec barre horizontale vs barre verticale en stéréoscopie. Le graphique de la figure 8D montre qu'il atteint le critère en 1280 essais. L'animal passe donc à l'étape IV d'expérimentation, c'est-à-dire les tests contrôles qui sont le test en vision monoculaire droite et en monoculaire gauche. Les résultats à ces différents tests se situent entre 40% et 65%, donc au niveau du hasard, son score moyen étant de 50.5%. Les tests contrôles sont présentés en ajout à la figure 1D et démontrent que le sujet "Lulu" perçoit bien la stéréoscopie.

2. Chat "Aegagropile"

La figure 9A montre que le sujet "Aegagropile" met 200 essais pour réussir la tâche de discrimination noir vs lumière. Il obtient le critère en 240 essais à l'apprentissage barre horizontale vs barre verticale, blanche sur fond noir montré à la figure 9B. Le résultat obtenu lors de l'apprentissage de la tâche barre horizontale vs barre verticale en pseudo-stéréoscopie est de 880 essais et est présenté à la figure 9C. Enfin, pour la dernière étape (fig. 9D), celle de l'apprentissage de la stéréoscopie, le sujet atteint le critère en 1520 essais. Les tests contrôles y sont représentés sur le même graphique. Ainsi, l'on note que les résultats se situent entre 35% et 65%, et le score moyen est de 50.5%. Encore une fois, les tests confirment que le sujet perçoit bien la stéréoscopie.

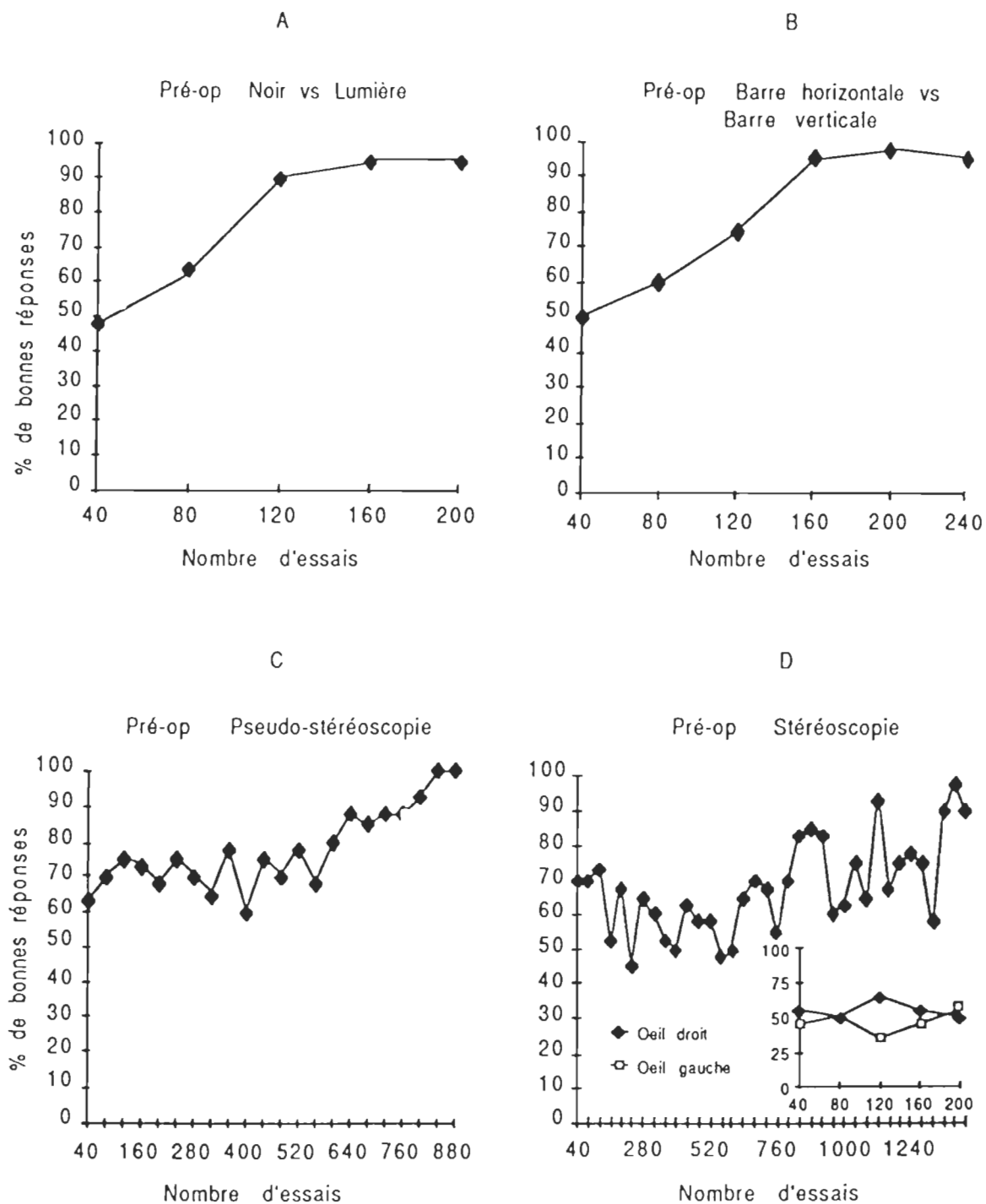


Fig. 9. Courbes d'apprentissage du sujet "Aegagropile" pour les différentes tâches discriminatives et les contrôles exprimées en pourcentage à l'étape pré-opératoire.

3. Chat "Zoée"

A la figure 10A, l'on observe que l'animal met 320 essais pour réussir la première discrimination, soit noir vs lumière. La figure 10B, barre horizontale vs barre verticale, blanche sur fond noir, montre que le sujet atteint le critère après 200 essais. Il prend 480 essais avant d'atteindre le critère de réussite pour la pseudo-stéréoscopie, comme montré à la figure 10C. Il atteint le critère de réussite pour la stéréoscopie, vue à travers les stéréogrammes de Julesz, après 2480 essais. Le graphique est représenté à la figure 10D. L'encart de la figure 10D représentant les tests contrôles, montre que les résultats du sujet sont au niveau du hasard, soit entre 45% et 60%, sur les deux tests contrôles, avec un score moyen de 54%. Comme les autres, il perçoit bien la stéréoscopie.

4. Chat "Orphée"

Les résultats du sujet "Orphée" vont dans le même sens que ceux des sujets précédents. Ainsi, après 200 essais, il atteint le critère pour les discriminations noir vs lumière et barre horizontale vs barre verticale, blanche sur fond noir que l'on peut voir à la figure 11A et 11B respectivement. Pour sa part, la figure 11C montre que le sujet prend 640 essais pour effectuer la tâche en pseudo-stéréoscopie. A la figure 11D les résultats de l'animal pour la stéréoscopie montrent qu'il met 1960 essais avant d'atteindre le critère. Les tests contrôles à la figure 11D, comme les autres, se situent entre 45% et 60%, avec un score moyen de 52%. Ces tests confirment donc que le sujet perçoit bien la stéréoscopie.

Bref, les sujets atteignent donc, au niveau pré-opératoire, le cri-

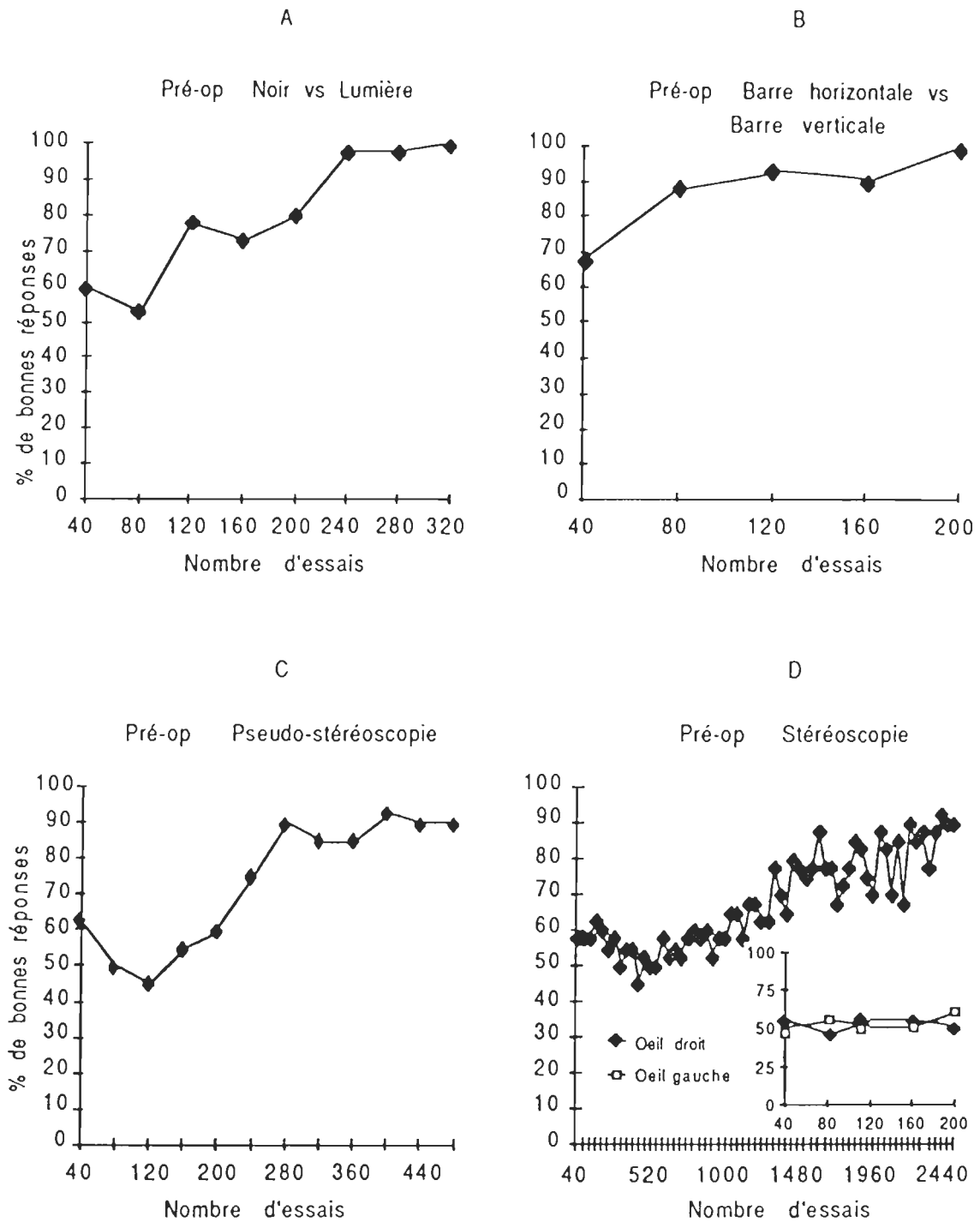


Fig. 10. Courbes d'apprentissage du sujet "Zoée" pour les différentes tâches discriminatives et les contrôles exprimées en pourcentage à l'étape pré-opératoire.

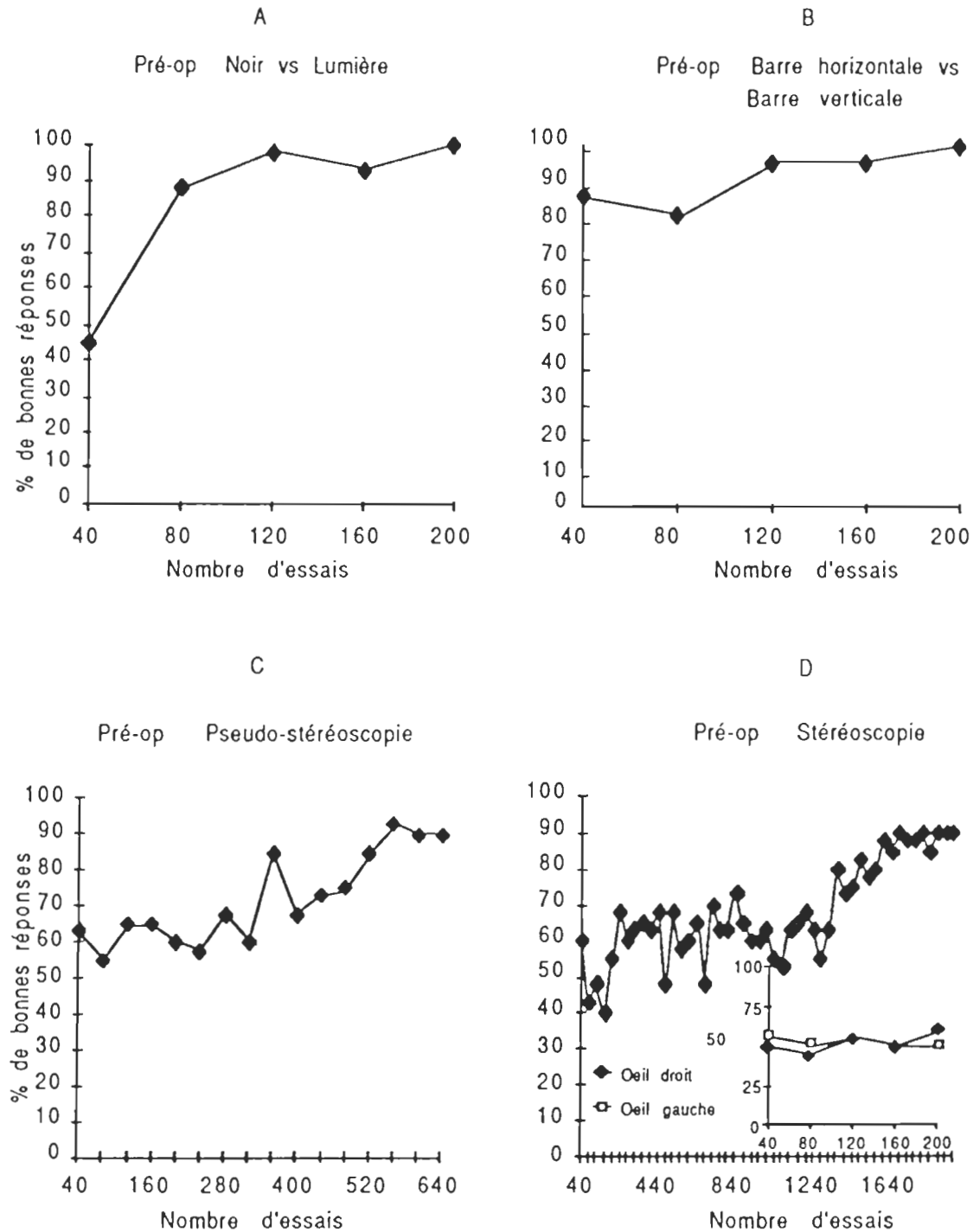


Fig. 11. Courbes d'apprentissage du sujet "Orphée" pour les différentes tâches discriminatives et les contrôles exprimées en pourcentage à l'étape pré-opératoire.

tère aux tâches de discrimination et leurs nombres d'essais augmentent proportionnellement à la complexité de l'apprentissage. En stéréoscopie, pour chacun des sujets, les résultats démontrent qu'ils discriminent bien cette tâche. Les contrôles en vision monoculaire viennent le confirmer par des scores se situant au niveau du hasard.

B. Résultats post-opératoires

Tous les chats ont subi l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne. Pour l'étape post-opératoire deux seulement ont été retenus. Les deux autres sont décédés; soit l'un sur la table d'opération et le deuxième à la suite d'une infection post-opératoire.

Ainsi, les résultats compilés en période post-opératoire sont faits chez deux des quatres sujets utilisés pour cette étude.

1. Chat "Lulu"

Après la chirurgie, le sujet a mis 240 essais pour réatteindre le critère à la tâche noir vs lumière tel que vu à la figure 12A. A la suivante (fig. 12B), les résultats montrent que 120 essais sont nécessaires pour effectuer la tâche barre horizontale vs barre verticale, blanche sur fond noir. Il prend 240 essais pour faire l'apprentissage en pseudo-stéréoscopie, tel que vu à la figure 12C. Pour la tâche de discrimination de la stéréoscopie, le sujet démontre une faible performance n'atteignant pas le critère, même après 1000 essais. Les résultats représentés à la figure 12D indique que la performance moyenne à cette tâche est de 56% ce qui démontre que le sujet discrimine au hasard. Ce résultat montre que le sujet ne perçoit pas la stéréoscopie.

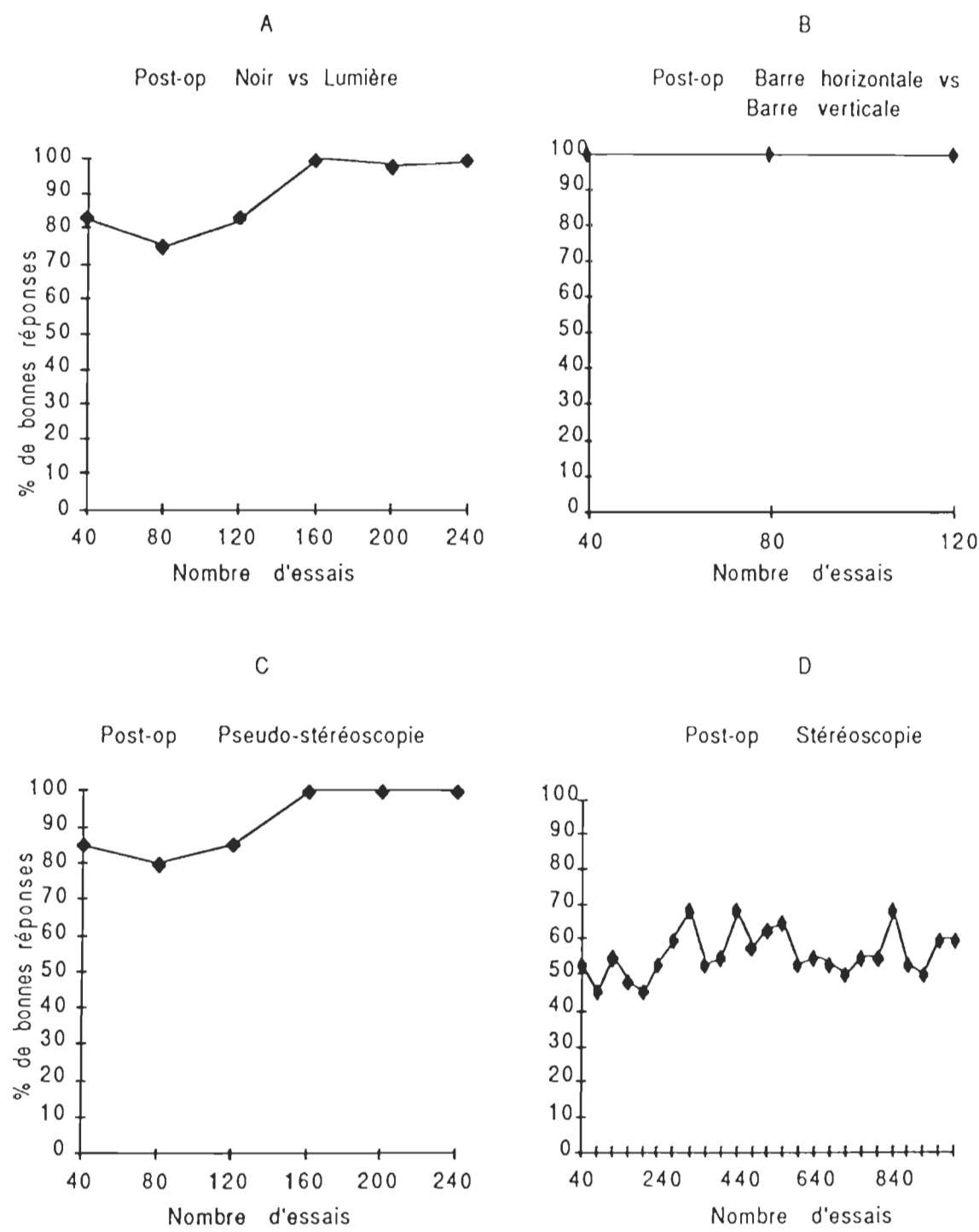


Fig. 12. Courbes d'apprentissage du sujet "Lulu" pour les différentes tâches discriminatives exprimées en pourcentage à l'étape post-opératoire.

2. Chat "Aegagropile"

L'animal, après la période de récupération, réeffectue la première discrimination en 200 essais, soit le noir vs lumière. La deuxième tâche, la barre horizontale vs la barre verticale, blanche sur fond noir, lui a pris 240 essais. Les graphiques sont représentés à la figure 13A et 13B respectivement. Pour ce qui est de la pseudo-stéréoscopie (fig. 13C), sa performance est de 1480 essais. Il est à noter que le nombre d'essais pour atteindre le critère est élevé en comparaison au sujet précédent pour cette même tâche. Malgré tout le sujet arrive à rejoindre le critère. Tout comme le chat "Lulu", l'animal n'arrive pas à percevoir la stéréoscopie après l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne. En effet, la performance est faible et ceci pendant les 1000 essais requis pour la dernière tâche de discrimination. La figure 13D montre que l'animal discrimine au hasard, son score moyen étant de 48%.

En résumé, au niveau post-opératoire, pour le sujet "Lulu", l'on obtient des performances supérieures à celles obtenues au niveau pré-opératoire. Ainsi, pour la tâche barre horizontale vs barre verticale, blanche sur fond noir, l'on compte 120 contre 200 essais; à l'étape pseudo-stéréoscopique, 240 contre 560 essais; au noir vs lumière, sa performance est à peu près identique, soit 240 contre 200 essais. Chez le sujet "Aegagropile", ses performances au noir vs lumière et à la barre horizontale vs barre verticale, blanche sur fond noir, sont identiques aux performances obtenues au niveau pré-opératoire. En pseudo-stéréoscopie, sa performance est moindre que celle effectuée en pré-opératoire. Il obtient 1480 contre 880 essais. Il faut dire

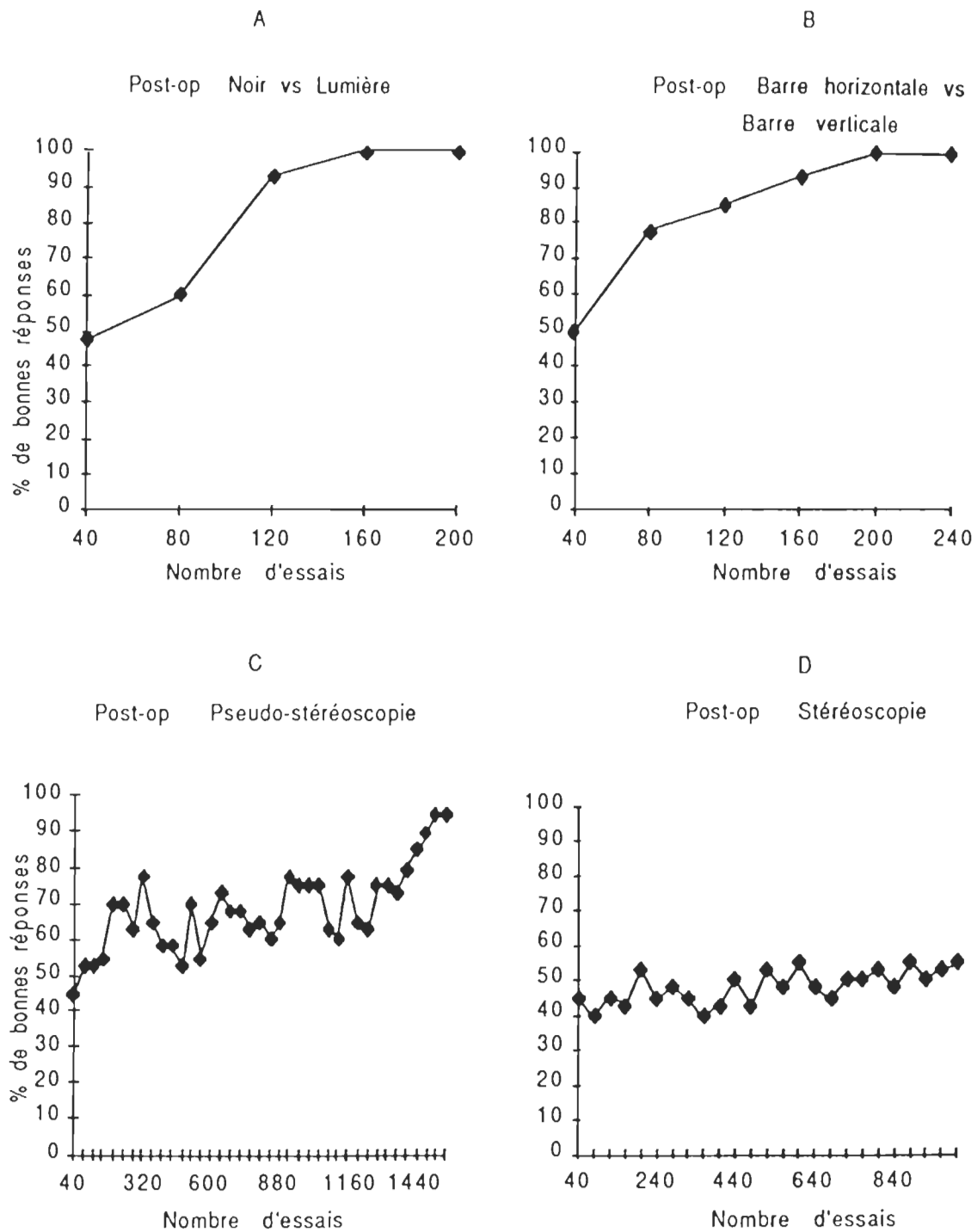


Fig. 13. Courbes d'apprentissage du sujet "Aegagropile" pour les différentes tâches discriminatives exprimées en pourcentage à l'étape post-opératoire.

que cette tâche en est une de type complexe où l'animal doit extraire une figure du fond, et cela avec un gradient de texture. Il est donc possible que la chirurgie soit en partie responsable de cette différence entre les résultats obtenus au niveau pré et post-opératoire. Malgré tout, comme cité auparavant, le sujet parvient à réatteindre le critère de réussite à cette tâche.

Enfin, en ce qui concerne la stéréoscopie, chez le premier sujet, pour 1000 essais, son score moyen est de 56% et pour le deuxième 48%. Ces résultats démontrent clairement qu'il y a un déficit marqué après les lésions bilatérales de l'aire suprasylvienne.

Analyse globale

L'analyse globale sera faite en fonction des différentes discriminations. Ainsi au tableau 1, on peut voir les résultats pour chacun des sujets avant et après la chirurgie pour chacune des discriminations. Le nombre d'essais est donc l'unité de comparaison. Fait à noter, les deux derniers sujets n'ont des résultats que pour les tâches pré-opératoires.

Ce tableau montre qu'en moyenne les animaux prennent peu d'essais pour effectuer les tâches noir vs lumière et la barre horizontale vs la barre verticale, blanche sur fond noir. Contrairement aux tâches précédentes ils prennent plus d'essais à réussir la tâche pseudo-stéréoscopie au stade post-opératoire. Enfin, à la stéréoscopie, les animaux prennent en moyenne 1810 essais pour satisfaire cette tâche. Par contre, au post-opératoire, les animaux ont effectué les 1000 essais correspondant au critère de non apprentis-

Tableau 1
Résultats aux différentes tâches discriminatives

Sujets	N vs L		Vert vs horiz		Pseudo-stéréo.		Stéréoscopie	
	Pré	Post	Pré	Post	Pré	Post	Pré	Post
Lulu	200	240	200	120	560	240	1280	1000*
Aegagropile	200	200	240	240	880	1480	1520	1000*
Zoée	320	—	200	—	480	—	2480	—
Orphée	200	—	200	—	640	—	1960	—
X	230	220	210	180	640	860	1810	1000

*1000: Critère de non apprentissage

—: Sujets décédés

sage et ils n'ont jamais atteint le critère de réussite.

Les données pour la tâche de discrimination de la stéréoscopie sont groupées et représentées graphiquement selon la méthode des nombres d'essais par critère successifs. Ce type de présentation donne le nombre d'essais que les animaux ont besoin pour atteindre successivement les critères de plus en plus difficiles, donc indiquant l'habileté à discriminer chez les sujets. La courbe d'apprentissage pour tous les chats montre en abscisse les différents critères et en ordonné le nombre d'essais que les animaux ont besoin pour atteindre chacun d'eux.

Le graphique suivant (fig. 14) présente la courbe moyenne pour la stéréoscopie exécutée en période pré-opératoire. L'apprentissage s'effectue de façon lente mais le critère est atteint après un nombre moyen 1490 essais. Les tests contrôles sont aussi groupés et représentés graphiquement en ajout à la figure 14. Leurs scores moyens se situent entre 46.25% et 56.25%, soit un score moyen de 51.9%. Donc, tous les chats de cette étude perçoivent bien la stéréoscopie.

La figure 15 montre les résultats des deux sujets qui ont subi la chirurgie. Ce graphique présente la courbe moyenne des 1000 essais requis pour la tâche en stéréoscopie pour les deux chats et le score moyen est de 52%. Les résultats indiquent qu'aucun des animaux, après l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne, ne peuvent rejoindre le critère même après 1000 essais. La performance moyenne se situe au niveau du hasard ce qui dénote un déficit marqué quant à la perception de la troisième dimension.

Alignement oculaire

L'alignement oculaire est indispensable puisque la stéréoscopie requiert une intégration neurale d'images légèrement différentes sur les deux rétines. C'est ainsi que les strabiques ne pourront jamais percevoir la stéréoscopie. Pour s'assurer que les animaux de l'étude ne souffrent pas de strabisme ou que des manipulations chirurgicales ne l'induisent, des contrôles de l'alignement oculaire ont été faits. Dans l'étude de Ptito et al (1985), les résultats démontrent que toutes les déviations observées suivant les différentes lésions s'étendent en dedans du rang de ceux obtenues chez les chats normaux qui ont appris la stéréoscopie. De la même façon qu'eux,

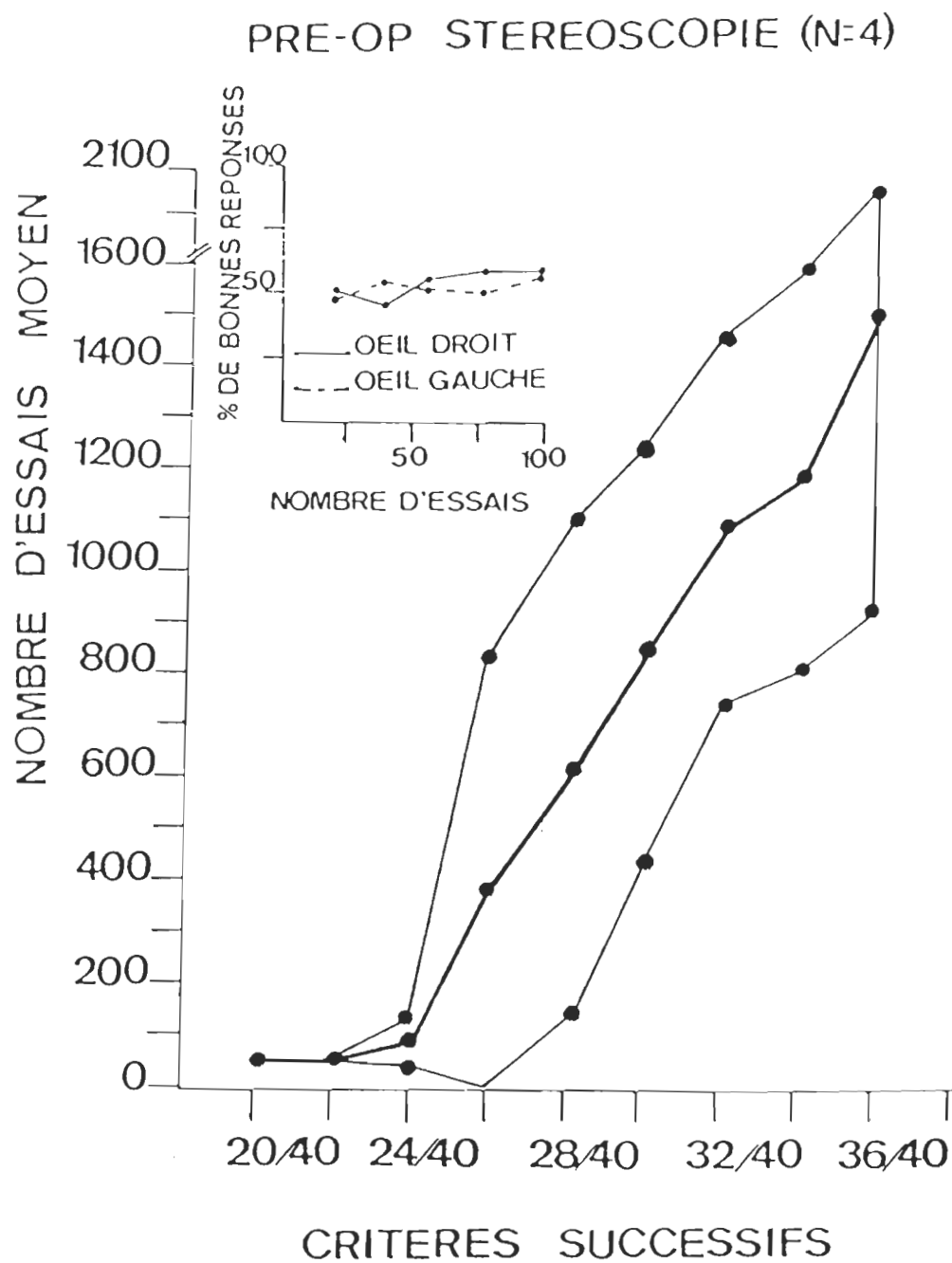


Fig. 14. Courbe moyenne obtenue pour la stéréoscopie et les contrôles par les quatre sujets à l'étape pré-opératoire.

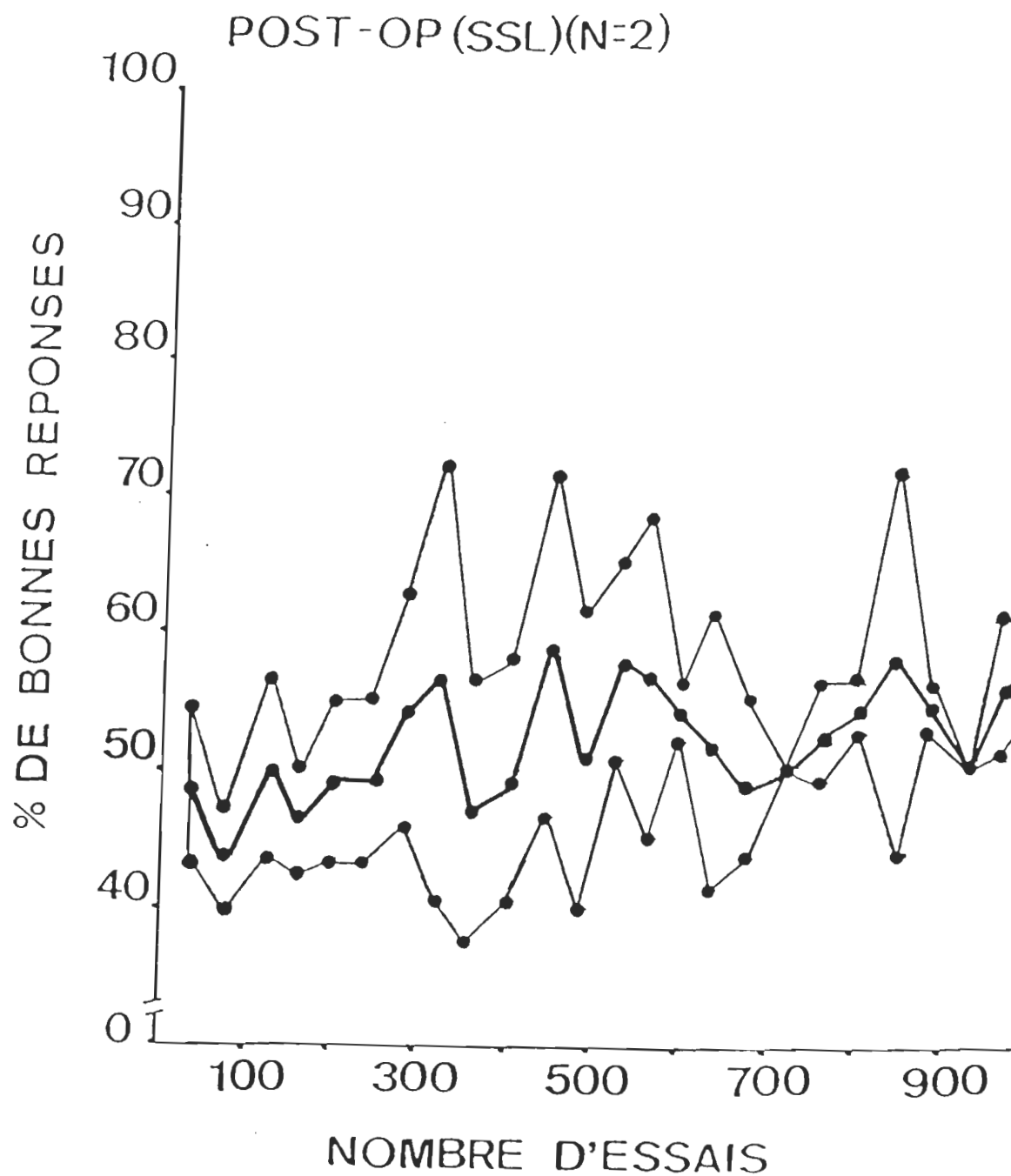


Fig. 15. Courbe moyenne obtenue pour la stéréoscopie par les deux sujets à l'étape post-opératoire.

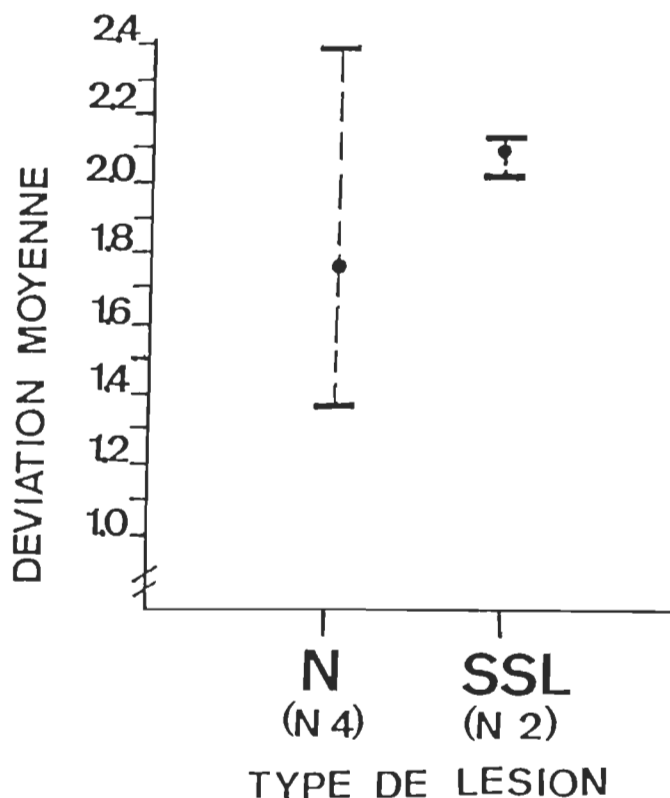


Fig. 16. Déviation moyenne de l'alignement oculaire avant et après la chirurgie.

les moyennes des déviations oculaires dérivées des chats normaux et ceux lésés, en occurrence l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne, ont été calculées et sont présentées à la figure 16. L'on y constate que pour les sujets normaux ($n=4$) la moyenne se situe à 1.74mm et que les déviations vont de 1.39mm à 2.37mm. La déviation moyenne obtenue chez les animaux lésés ($n=2$) est de 2.07mm. Ces résultats s'avèrent similaires à l'étude de Ptito *et al* (1985) suite aux lésions des aires corticales 17 et 18. Donc, les résultats écartent la possibilité que les déficits observés en stéréoscopie soient dû à un strabisme induit par des manipulations chirurgicales.

Interprétation des résultats

Nos résultats sur l'habileté d'apprentissage de tâches de discrimination de formes visuelles faites sur le cortex suprasylvien latéral vont dans le même sens que plusieurs études (Wood et al, 1979; Ptito et Leporé, 1983; Spear et al, 1983). En effet, nos résultats démontrent que cette région n'est pas primordiale dans la discrimination de forme et se révèle même secondaire. Ces résultats concordent fortement avec l'étude de Spear et al (1983). Ces derniers, afin de prolonger les observations déjà faites sur cette région du cortex (Berlucchi et Sprague, 1981; Sprague et al, 1981) qui démontraient supposément une déficience de rétention post-opératoire au niveau de l'apprentissage de tâches de discrimination de formes visuelles, ont entrepris une étude plus exhaustive et circonscrite au cortex suprasylvien latéral (Spear et al, 1983). Les auteurs ont démontré que l'aire suprasylvienne latérale ne joue pas un rôle crucial dans des tâches comportementales telles que: l'habileté des animaux à orienter la tête et les yeux en fonction d'un stimulus présenté dans des localisations particulières du champ visuel; l'habileté à apprendre le renversement successif d'un double choix de discrimination de pattern visuel (reversal); l'habileté à maintenir l'attention entre des formes visuelles pertinentes ou non-pertinentes; enfin, la discrimination de forme ou de luminosité.

Notre étude, tout comme celle de Spear et al (1983), n'indique pas de différence significative, avant et après la chirurgie, pour les tâches de discrimination visuelle soit le noir versus la lumière, la barre verticale versus la barre horizontale, blanche sur fond noir et la pseudo-stéréoscopie.

Spear et al (1983) en arrivaient donc à la conclusion que l'un des rôles pouvant être attribués à l'aire suprasylvienne latérale soit celui de la perception binoculaire de la profondeur.

Dans un premier temps, les résultats de notre étude sur la stéréoscopie ont démontré que les chats n'ayant subi aucune intervention chirurgicale sont capables d'extraction stéréoscopique. De plus, nos tests contrôles fournissent l'assurance que les performances obtenues ne sont pas fortuites. Ainsi, les chats peuvent percevoir la profondeur sur la seule base d'une disparité de stimulus (disparité rétinienne). Ces résultats corroborent l'étude de Ptito et al (1985).

Cependant, l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale, chez les chats normaux, interfère dans la capacité à discriminer des formes stéréoscopiques (stéréogrammes de Julesz). En effet, nos résultats démontrent que les chats ayant subi l'ablation de cette région du cortex sont incapables de percevoir la stéréoscopie, et ce, vue à travers les stéréogrammes de Julesz. Les chats lésés n'arrivent pas à atteindre le critère de réussite après 1000 essais.

Les résultats confirment notre hypothèse de recherche et vont dans le même sens des suggestions de Spear et al (1983) au fait que les cellules de cette région du cortex (suprasylvien latéral) se trouvent particulièrement sensibles aux changements de disparité rétinienne. Cependant, l'ablation de l'aire suprasylvienne latérale ne s'avère pas être le site exclusif d'intégration de la stéréoscopie. Une étude menée par Ptito et al (1985) montre

qu'après l'ablation des aires 17 et 18 les chats ne parvenaient plus à percevoir la stéréoscopie. De plus, les mêmes auteurs ont constaté que l'aire suprasylvienne latérale ne suffisait pas pour médier la stéréoscopie après l'ablation des aires 17 et 18. A l'inverse, ces mêmes aires ne réussissent pas à prendre en charge le processus de cette fonction après l'ablation du cortex suprasylvien latéral. Ainsi, malgré que cette région (aire suprasylvienne latérale) soit riche en fibres callosales et corticale et qu'elle reçoive beaucoup d'afférences du complexe des noyaux thalamiques, il serait difficile d'affirmer que l'aire suprasylvienne latérale soit le site d'intégration exclusif de la stéréoscopie.

Il est donc possible que des neurones binoculaires soient impliqués dans d'autres types de stéréoscopie. Des travaux chez le singe ont montré que des mécanismes stéréoscopiques locaux et globaux étaient affectés de différentes façons, dépendamment du site de la lésion. Chez cette espèce, des lésions du cortex inférotemporal laissent intact le processus de stéréoscopie locale alors qu'elles abolissent la stéréoscopie globale (Cowey et Porter, 1979).

De plus, comme il a été constaté dans des études électrophysiologiques (Hubel et Wiesel, 1970, 1973; Poggio et Fisher, 1978; Poggio, 1984; Leporé et al, 1985) qu'il existe des cellules détectrices de disparité rétinienne aux aires 17 et 18, tant chez le chat que chez le singe, il serait intéressant que des études de ce même type soient réalisées en fonction de l'aire suprasylvienne latérale. L'existence de ces cellules détectrices de disparité rétinienne dans cette région du cortex appuierait les résultats de notre étude.

Conclusion

Le but de cette recherche était de vérifier si l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale modifierait de manière significative le mécanisme de la stéréoscopie. Pour ce faire, quatre chats ont été entraînés à différentes tâches de discriminations visuelles, (intensité lumineuse, discrimination de formes et les stéréogrammes de Julesz) au niveau pré-opératoire. Seulement deux sujets ont pu être évalués selon le même paradigme expérimental au niveau post-opératoire i.e. suivant l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale. De plus, des mesures de l'alignement oculaire, avant et après la chirurgie, ont été effectuées afin d'écarter la possibilité qu'un strabisme n'ait été induit par le biais de manipulations chirurgicales.

Les résultats indiquent que l'ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale n'altère pas l'habileté d'apprentissage à discriminer des formes visuelles. Par contre, en ce qui concerne la vision stéréoscopique, les résultats démontrent clairement que l'ablation de cette région du cortex visuel n'assure plus l'arrivée d'influx nerveux rendant possible la perception de la troisième dimension. De plus, les mesures faites de l'alignement oculaire ne montrent pas d'évidence significative de déviation pouvant compromettre la perception virtuelle de la profondeur.

Il serait intéressant que l'aire suprasylvienne latérale chez le chat soit comparée au cortex inférotemporal chez le singe. En effet, ces deux

régions, en plus d'altérer la stéréoperception (Vilao, 1986; Cowey et Porter, 1979), montrent certaines similitudes en terme de caractéristiques cellulaires et de projections (Mishkin, 1966; Heath et Jones, 1970, 1972). Des études comparatives, touchant ces régions chez les deux espèces, seraient des plus stimulantes pour la recherche.

Enfin, les résultats confirment donc notre hypothèse de travail qui voulait qu'une ablation bilatérale de l'aire suprasylvienne latérale interfèrerait avec la capacité de discriminer des formes stéréoscopiques (stéréogrammes de Julesz). Cette région du cortex n'apparaît pas être le site exclusif d'intégration du mécanisme de la stéréoscopie. Cette fonction semblerait plutôt dévolue à un ensemble de sites du cortex visuel.

Appendice A

Table de hasard de Gellerman

Table de hasard contraint de Gellerman (1933), divisée par
session de 40 essais, et utilisée lors des changements
de position de la porte positive

1ère session	D D D G G D G D G G	6ième session	G D G G D G G D D D
	D D D G G D G G D G		G G D D D G D G G D
	D D G D G D D G G G		G G D D D G G D G D
	D D G D G G D D G G		G G D D G D D G G D
2ème session	G D D G G G D G D D	7ième session	D G G D G G D D D G
	G D G D D G G G D D		D G G G D D G D D G
	G D G G D D D G G D		G D D D G G D D G D
	G D G G D D G G D D		G D D G D D G G G D
3ième session	D D D G G D G D G D	8ième session	G G D G D D G G D G
	D D D G G D G G D G		G G D G D G G D D D
	D D G D G G D D G D		G G G D D G D D G D
	D D G D G G D D G G		G G G D D G D G D D
4ième session	G D D G G G D G D D	9ième session	D G D D G G D D G G
	G D G D D G G G D D		D G D D G G G D D G
	G D G G D D D G D D		D G D G G D D D G G
	G D G G D D G G D D		D G G D D D G D G G
5ième session	D D G G D G G D D G	10ième session	G D D G D G G G D D
	D D G G G D D G D G		G D D G G D D G G D
	D D G G G D G D D G		G D D G G D G G D D
	D G D D G D D G G G		G D D G G G D D G D

Appendice B

Données et calcul des déviations oculaires pré et post-opératoire

Tableau 2
Alignement oculaire

Nom: LULU

Type de lésion: SSL

Pré-opératoire

OEIL CENTRAL	Pupille	a)	1e	12.7	2e	11.8	3e	11.30	X	11.93
		b)		9.8		10.45		9.65		9.96
		c)		6.9		7.05		6.90		6.95
	Milieu	a)		6.35		5.9		5.65		5.96
		b)		4.9		5.2		4.90		5.00
		c)		3.45		3.5		3.45		3.46
	Correction	a)		1.35		1.65		1.20		1.4
		b)		1.00		1.2		1.10		1.1
		c)		0.95		0.90		1.00		0.95
OEIL DÉVIE	Pupille	a)		11.3		10.00		9.85		12.85
		b)		8.7		8.2		8.3		8.4
		c)		5.7		5.9		5.9		5.83
	Milieu	a)		5.65		5.00		4.40		5.01
		b)		4.35		4.1		4.15		4.2
		c)		2.85		2.95		2.95		2.91
	Correction	a)		3.4		3.6		2.00		3.00
	Déviation	b)		3.45		3.15		3.35		3.31
		c)		3.75		3.05		3.50		3.43

RATIO

	Photo oeil	Photo nez	Dév. réel
a)	4.4	11.51	1.62
b)	4.41	9.22	2.03
c)	4.38	10.53	1.77

Cloison nasale réelle= 4.26

Déviation moyenne réelle= 1.80

Tableau 3
Alignement oculaire

Nom: AEGAGROPILE

Type de lésion: SSL

Pré-opératoire

OEIL CENTRAL	Pupille	a)	1e	2e	3e	X
		b)	9.00	9.65	9.00	9.21
		c)	8.00	7.45	7.85	7.76
	Milieu	a)	9.55	9.55	9.60	9.55
		b)	4.55	4.8	4.55	4.60
		c)	4.0	3.7	3.90	3.86
	Correction	a)	4.80	4.75	4.80	4.78
		b)	1.50	1.90	1.75	1.71
		c)	0.85	1.1	1.00	0.98
		a)	1.70	2.00	1.85	1.85
		b)				
		c)				

OEIL DÉVIE	Pupille	a)	8.00	8.20	8.10	8.10
		b)	6.25	6.2	6.0	6.15
		c)	8.35	8.2	8.30	8.28
	Milieu	a)	4.00	4.10	4.05	4.05
		b)	3.15	3.10	3.00	3.06
		c)	4.20	4.10	4.15	4.15
	Correction	a)	4.25	3.35	4.45	4.02
		b)	4.55	4.65	4.50	4.57
		c)	4.15	4.45	4.30	4.30
	Déviation	a)				
		b)				
		c)				

RATIO

	Photo oeil	Photo nez	Dév. réel
a)	5.73	9.34	2.39
b)	5.55	9.21	2.35
c)	6.15	10.13	2.37

Cloison nasale réelle= 3.91

Déviation moyenne réelle= 2.37

Tableau 4
Alignement oculaire

Nom: ORPHÉ

Type de lésion: SSL

Pré-opératoire

OEIL
CENTRAL

		1e	2e	3e	X
Pupille	a)	4.6	4.7	4.80	4.70
	b)	5.00	4.50	5.00	4.83
	c)	5.00	4.60	5.10	4.90
Milieu	a)	2.30	2.35	2.40	2.35
	b)	2.50	2.25	2.50	2.41
	c)	2.50	2.30	2.55	2.40
Correction	a)	0.65	0.75	0.90	0.76
	b)	1.25	1.20	1.10	1.18
	c)	0.95	1.00	1.20	1.05

OEIL
DÉVIÉ

Pupille	a)	4.90	5.50	5.50	5.30
	b)	4.70	4.60	5.30	4.86
	c)	4.85	4.95	5.10	4.96
Milieu	a)	2.45	2.75	2.75	2.65
	b)	2.35	2.30	2.65	2.43
	c)	2.40	2.50	2.55	2.49
Correction Déviation	a)	1.65	2.35	2.50	2.16
	b)	2.25	2.20	2.75	2.40
	c)	1.95	2.10	2.55	2.20

RATIO

	Photo oeil	Photo nez	Dév. réel
a)	2.92	9.90	1.26
b)	3.58	10.03	1.52
c)	3.25	9.99	1.39

Cloison nasale réelle= 4.28

Déviation moyenne réelle= 1.39

Tableau 5
Alignement oculaire

Nom: ZOËE

Type de lésion: SSL

Pré-opératoire

OEIL
CENTRAL

		1e	2e	3e	X
Pupille	a)	9.30	9.45	9.20	9.31
	b)	8.45	8.75	8.70	8.63
	c)	8.00	8.00	8.00	8.00
Milieu	a)	4.65	4.70	4.60	4.65
	b)	4.20	4.35	4.35	4.30
	c)	4.00	4.00	4.00	4.00
Correction	a)	0.60	0.85	0.60	0.68
	b)	0.60	0.80	0.85	0.75
	c)	1.10	1.30	1.40	1.26

OEIL
DÉVIÉ

Pupille	a)	7.50	7.35	7.50	7.45
	b)	6.95	6.75	6.65	6.78
	c)	6.40	6.25	6.40	6.35
Milieu	a)	3.75	3.65	3.75	3.71
	b)	3.50	3.35	3.30	3.38
	c)	3.20	3.15	3.20	3.18
Correction Déviation	a)	3.10	3.40	3.15	3.22
	b)	3.10	3.20	3.50	3.27
	c)	3.25	3.45	3.70	3.47

RATIO

	Photo oeil	Photo nez	Dév. réel
a)	3.9	12.02	1.20
b)	4.02	11.41	1.30
c)	4.73	9.95	1.75

Cloison nasale réelle= 3.70

Déviation moyenne réelle= 1.41

Tableau 6
Alignement oculaire

Nom: LULU

Type de lésion: SSL

post-opératoire

**OEIL
CENTRAL**

OEIL CENTRAL	Pupille		1e	2e	3e	X
		a)	5.70	6.10	5.80	5.86
		b)	7.75	6.75	7.25	7.25
		c)	5.10	5.50	5.80	5.46
	Milieu	a)	2.85	3.05	2.90	2.93
		b)	3.87	3.37	3.62	3.62
		c)	2.55	2.75	2.90	2.73
	Correction	a)	1.20	1.55	1.45	1.40
		b)	1.90	2.30	2.00	2.06
		c)	1.60	1.75	1.75	1.70

OEIL DÉVIÉ	Pupille	a)	5.90	5.60	5.60	5.70
		b)	8.65	8.50	8.40	8.51
		c)	7.00	6.70	7.10	6.93
	Milieu	a)	2.95	2.80	2.80	2.85
		b)	4.30	4.25	4.20	4.25
		c)	3.50	3.35	3.55	3.46
	Correction Déviation	a)	2.40	3.15	2.65	2.73
		b)	5.40	5.10	5.20	5.23
		c)	4.15	4.25	4.20	4.20

RATIO

	Photo oeil	Photo nez	Dév. réel
a)	4.13	11.85	1.48
b)	7.29	11.90	2.60
c)	5.90	12.20	2.06

Cloison nasale réelle= 4.26

Déviation moyenne réelle= 2.04

Tableau 7
Alignement oculaire

Nom: AEGAGROPILE Type de lésion: SSL post-opératoire

OEIL CENTRAL	Pupille		1e	2e	3e	X
		a)	7.70	7.75	7.70	7.71
		b)	7.75	7.90	7.90	7.85
		c)	8.30	8.00	8.40	8.20
	Milieu	a)	3.85	3.88	3.85	3.86
		b)	3.88	3.95	3.95	3.92
		c)	4.15	4.00	4.20	4.12
	Correction	a)	1.15	1.20	1.25	1.20
		b)	1.70	1.35	1.55	1.53
		c)	1.70	2.10	1.75	1.85
OEIL DÉVIÉ	Pupille	a)	7.55	7.60	7.45	7.53
		b)	7.95	8.00	7.85	7.93
		c)	8.50	8.55	8.40	8.48
	Milieu	a)	3.78	3.80	3.73	3.77
		b)	3.98	4.00	3.93	3.97
		c)	4.25	4.28	4.20	4.24
	Correction Déviation	a)	2.35	2.10	2.40	2.28
		b)	1.85	1.95	2.10	1.96
		c)	1.85	2.05	2.15	2.01

RATIO

	Photo oeil	Photo nez	Dév. réel
a)	3.48	6.70	2.03
b)	3.49	6.49	2.10
c)	3.86	6.78	2.22

Cloison nasale réelle= 3.91

Déviation moyenne réelle= 2.11

Appendice C

Nombre d'essais réussis et le pourcentage de bonnes réponses
lors de chacune des sessions d'apprentissage

Tableau 8

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Noir vs Lumière pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	26	65
2	34	85
3	37	93
4	39	98
5	40	100

Tableau 9

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Barre verticale vs Barre horizontale, blanche sur fond noir pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	27	68
2	35	88
3	38	95
4	39	98
5	40	100

Tableau 10

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	22	55
2	23	58
3	27	68
4	32	80
5	29	73
6	25	63
7	29	73
8	27	68
9	29	73
10	31	78
11	30	75
12	36	90
13	37	93
14	36	90

Tableau 11

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie (Sur-Apprentissage) pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	36	90
2	36	90
3	36	90
4	37	93
5	38	95
6	37	93
7	39	98
8	36	90
9	38	95
10	39	98
11	39	98
12	40	100
13	39	98
14	40	100
15	40	100
16	40	100
17	39	98
18	35	88

Tableau 11
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie (Sur-Apprentissage) pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	40	100
20	39	98
21	36	90
22	38	95
23	36	90
24	40	100
25	39	98
26	37	93
27	40	100
28	38	95
29	37	93
30	39	98

Tableau 12

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	23	58
2	20	50
3	17	43
4	25	63
5	20	50
6	10	25
7	15	38
8	17	43
9	17	43
10	23	58
11	23	58
12	22	55
13	20	50
14	18	45
15	14	35
16	19	48
17	24	60
18	24	60

Tableau 12
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	21	53
20	20	50
21	31	78
22	35	88
23	29	73
24	35	88
25	35	88
26	33	83
27	30	75
28	32	80
29	30	75
30	37	93
31	36	90
32	40	100

Tableau 13

Pourcentage de réponses correctes lors des tests contrôles de la stéréoscopie en vision monoculaire droit et gauche avec leur moyenne pour le sujet "LULU" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Pourcentage de réponses correctes en vision mono- culaire droite	Pourcentage de réponses correctes en vision mono- culaire gauche
1	40	45
2	45	60
3	40	55
4	65	45
5	<u>65</u>	<u>45</u>
X oeil droit= 51%		X oeil gauche= 50%

Tableau 14

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Noir vs Lumière pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	19	48
2	25	63
3	36	90
4	38	95
5	38	95

Tableau 15

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Barre verticale vs Barre horizontale, blanche sur fond noir pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	20	50
2	24	60
3	30	75
4	38	95
5	39	98
6	38	95

Tableau 16

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	25	63
2	28	70
3	30	75
4	29	73
5	27	68
6	30	75
7	28	70
8	26	65
9	31	78
10	24	60
11	30	75
12	28	70
13	31	78
14	27	68
15	32	80
16	35	88
17	34	85
18	35	88

Tableau 16
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	35	88
20	37	93
21	40	100
22	40	100

Tableau 17

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie (Sur-Apprentissage) pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	37	93
2	38	95
3	38	95
4	36	90
5	36	90
6	39	98
7	36	90
8	39	98
9	39	98
10	39	98
11	38	95
12	39	98
13	39	98
14	40	100
15	38	95
16	36	90
17	39	98
18	39	98

Tableau 17
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie (Sur-Apprentissage) pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	38	95
20	37	93
21	37	93
22	36	90
23	37	93
24	37	93
25	39	98
26	36	90
27	40	100
28	36	90
29	38	95
30	38	95

Tableau 18

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	28	70
2	28	70
3	29	73
4	21	53
5	27	68
6	18	45
7	26	65
8	24	60
9	21	53
10	20	50
11	25	63
12	23	58
13	23	58
14	19	48
15	20	50
16	26	65
17	28	70
18	27	68

Tableau 18
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	22	55
20	28	70
21	33	83
22	34	85
23	33	83
24	24	60
25	25	63
26	30	75
27	26	65
28	37	93
29	27	68
30	30	75
31	31	78
32	30	75
33	23	58
34	36	90
35	39	98
36	36	90

Tableau 19

Pourcentage de réponses correctes lors des tests contrôles en vision
monoculaire droit et gauche avec leur moyenne pour le sujet
"AEGAGROPILE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Pourcentage de réponses correctes en vision mo- noculaire droite	Pourcentage de réponses correctes en vision mo- noculaire gauche
1	55	45
2	50	50
3	65	35
4	55	45
5	<u>50</u>	<u>55</u>
X oeil droit= 55%		X oeil gauche= 46%

Tableau 20

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Noir vs Lumière pour le sujet "ZOÉE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	24	60
2	21	53
3	31	78
4	29	73
5	32	80
6	39	98
7	39	98
8	40	100

Tableau 21

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Barre verticale vs Barre horizontale, blanche sur fond noir pour le sujet "ZOÉE" à l'étape pré-opératoire

session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	27	68
2	35	88
3	37	93
4	36	90
5	40	100

Tableau 22

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie pour le sujet "ZOÉE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	25	63
2	20	50
3	18	45
4	22	55
5	24	60
6	30	75
7	36	90
8	34	85
9	34	85
10	37	93
11	36	90
12	36	90

Tableau 23

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie (Sur-Apprentissage) pour le sujet "ZOÉE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	36	90
2	38	95
3	39	98
4	40	100
5	32	80
6	35	88
7	39	98
8	38	95
9	37	93
10	35	88
11	35	88
12	37	93
13	37	93
14	38	95
15	40	100
16	40	100
17	39	98
18	39	98

Tableau 23
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie (Sur-Apprentissage) pour le sujet "ZOÉE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	37	93
20	35	88
21	38	95
22	40	100
23	35	88
24	35	88
25	37	93
26	38	95
27	40	100
28	38	95
29	38	95
30	38	95

Tableau 24

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ZOËE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	23	58
2	23	58
3	23	58
4	25	63
5	24	60
6	22	55
7	23	58
8	20	50
9	22	55
10	22	55
11	18	45
12	21	53
13	20	50
14	20	50
15	23	58
16	21	53
17	22	55
18	21	53

Tableau 24
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ZOÉE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	23	58
20	24	60
21	23	58
22	24	60
23	21	53
24	23	58
25	23	58
26	26	65
27	26	65
28	23	58
29	27	68
30	27	68
31	25	63
32	25	63
33	31	78
34	28	70
35	26	65
36	32	80

Tableau 24
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ZOËE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
37	31	78
38	30	75
39	31	78
40	35	88
41	31	78
42	31	78
43	27	68
44	29	73
45	31	78
46	34	85
47	33	83
48	30	75
49	28	70
50	35	88
51	33	83
52	28	70
53	34	85
54	27	68

Tableau 24
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ZOE" à l'étape pré-opératoire

55	36	90
56	34	85
57	35	88
58	31	78
59	35	88
60	37	93
61	36	90
62	36	90

Tableau 25

Pourcentage de réponses correctes lors des tests contrôles de la stéréoscopie en vision monoculaire droit et gauche avec leur moyenne pour le sujet "ZOE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Pourcentage de réponses correctes en vision mono- culaire droite	Pourcentage de réponses correctes en vision mo- noculaire gauche
1	55	50
2	45	55
3	55	50
4	55	50
5	<u>50</u>	<u>60</u>
X oeil droit= 52%		X oeil gauche= 55%

Tableau 26

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Noir vs Lumière pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	18	45
2	35	88
3	39	98
4	37	93
5	40	100

Tableau 27

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Barre verticale vs Barre horizontale, blanche sur fond noir pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	34	85
2	32	80
3	38	95
4	38	95
5	40	100

Tableau 28

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	25	63
2	22	55
3	26	65
4	26	65
5	24	60
6	23	58
7	27	68
8	24	60
9	34	85
10	27	68
11	29	73
12	30	75
13	34	85
14	37	93
15	36	90
16	36	90

Tableau 29

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie (Sur-Apprentissage pour le sujet "ORPHÉ" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	37	93
2	37	93
3	36	90
4	34	85
5	36	90
6	40	100
7	36	90
8	37	93
9	35	88
10	37	93
11	38	95
12	38	95
13	37	93
14	40	100
15	39	98
16	39	98
17	39	98
18	40	100

Tableau 29
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie (Sur-Apprentissage pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire)

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	40	100
20	40	100
21	38	95
22	40	100
23	40	100
24	40	100
25	39	98
26	37	93
27	40	100
28	39	98
29	39	98
30	38	95

Tableau 30

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	24	60
2	17	43
3	19	48
4	16	40
5	22	55
6	27	68
7	24	60
8	25	63
9	26	65
10	25	63
11	27	68
12	19	48
13	27	68
14	23	58
15	24	60
16	26	65
17	19	48
18	28	70

Tableau 30
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	25	63
20	25	63
21	29	73
22	26	65
23	24	60
24	24	60
25	25	63
26	22	50
27	21	53
28	25	63
29	26	65
30	27	68
31	25	63
32	22	55
33	25	63
34	32	80
35	29	73
36	30	75

Tableau 30
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "ORPHE" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
37	33	83
38	31	78
39	32	80
40	35	88
41	34	85
42	36	90
43	35	88
44	35	88
45	36	90
46	34	85
47	36	90
48	36	90
49	36	90

Tableau 31

Pourcentage de réponses correctes lors des tests contrôles de la stéréoscopie en vision monoculaire droit et gauche avec leur moyenne pour le sujet "ORPHÉ" à l'étape pré-opératoire

Session numéro	Pourcentage de réponses correctes en vision mono- culaire droite	Pourcentage de réponses correctes en vision mo- noculaire gauche
1	50	55
2	45	50
3	55	55
4	50	50
5	<u>60</u>	<u>50</u>
X oeil droit= 52%		X oeil gauche= 52%

Tableau 32

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Noir vs Lumière pour le sujet "LULU" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	33	83
2	30	75
3	33	83
4	40	100
5	39	98
6	40	100

Tableau 33

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Barre verticale vs Barre horizontale, blanche sur fond noir pour le sujet "LULU" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	40	100
2	40	100
3	40	100

Tableau 34

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-stéréoscopie pour le sujet "LULU" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	34	85
2	32	80
3	34	85
4	40	100
5	40	100
6	40	100

Tableau 35

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "LULU" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	21	53
2	18	45
3	22	55
4	19	48
5	18	45
6	21	53
7	24	60
8	27	68
9	21	53
10	22	55
11	27	68
12	23	58
13	25	63
14	26	65
15	21	53
16	22	55
17	21	53
18	20	50

Tableau 35
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "LULU" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	22	55
20	22	55
21	27	68
22	21	53
23	20	50
24	24	60
25	24	60

Tableau 36

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Noir vs Lumière pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	19	48
2	24	60
3	37	93
4	40	100
5	40	100

Tableau 37

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Barre verticale vs Barre horizontale, blanche sur fond noir pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	20	50
2	31	78
3	34	85
4	37	93
5	40	100
6	40	100

Tableau 38

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	18	45
2	21	53
3	21	53
4	22	55
5	28	70
6	28	70
7	25	63
8	31	78
9	26	65
10	23	58
11	23	58
12	21	53
13	28	70
14	22	55
15	26	65
16	29	73
17	27	68
18	27	68

Tableau 38
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	25	63
20	26	65
21	24	60
22	26	65
23	31	78
24	30	75
25	30	75
26	30	75
27	25	63
28	24	60
29	31	78
30	26	65
31	25	63
32	30	75
33	30	75
34	29	73
35	32	80

Tableau 38
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Pseudo-Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
36	34	85
37	36	90
38	38	95
39	38	95

Tableau 39

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
1	18	45
2	16	40
3	18	45
4	17	43
5	21	53
6	18	45
7	19	48
8	18	45
9	16	40
10	17	43
11	20	50
12	17	43
13	21	53
14	19	48
15	22	55
16	19	48
17	18	45
18	20	50

Tableau 39
(suite)

Nombre d'essais réussis et pourcentage de bonnes réponses lors de chacune des sessions (40 essais) d'apprentissage de la discrimination Stéréoscopie pour le sujet "AEGAGROPILE" à l'étape post-opératoire

Session numéro	Nombre d'essais réussis	Pourcentage de réponses correctes
19	20	50
20	21	53
21	19	48
22	22	55
23	20	50
24	21	53
25	22	55

Remerciements

L'auteur désire remercier son directeur de thèse, monsieur Maurice Ptito, Ph.D., pour son assistance constance et éclairée. L'auteur veut également exprimer sa reconnaissance à monsieur Franco Leporé, Ph.D., pour avoir effectué les chirurgies nécessaires à ce projet. L'auteur ne veut pas oublier de remercier madame Andrée de la Chevrotière, technicienne, ainsi qu'aux étudiants qui l'ont assisté dans le déroulement de l'expérience. L'auteur veut également remercier madame Jani Dornik, Ph.D., pour ses conseils judicieux au cours de la rédaction. L'auteur tient également à témoigner sa reconnaissance à monsieur Bertrand Laflamme, représentant de système d'informatique chez Philips Ltée, ainsi qu'à madame Odette Tremblay, agent de bureautique pour la garde côtière canadienne, pour leur aide technique à la rédaction de ce mémoire. Enfin, l'auteur ne veut surtout pas oublier madame Carole Tremblay pour son aide précieuse à la traduction de textes.

Références

- BALEYDIER, C. (1977). A bilateral cortical projection to the superior colliculus in the cat. Neuroscience letters, 4, 9-14.
- BARLOW, H.B., BLAKEMORE, C., PETTIGREW, J.D. (1967). The neural mechanisms of binocular depth discrimination. J. Physiol. (London), 193, 327-342.
- BERKLEY, M.A., SPRAGUE, J.M. (1979). Striate cortex and visual acuity functions. J. Comp. Neurol., 187, 679-702.
- BERLUCCHI, G., RIZZOLATTI, G. (1968). Binocularly driven neurons in visual cortex of split-chiasm cats. Science, 308-310.
- BERLUCCHI, G., GAZZANIGA, M.S., RIZZOLATTI, G. (1967). Microelectrode analysis of transfer of visual information by the corpus callosum. Arch. Ital. Biol., 105, 583-596.
- BERLUCCHI, G., SPRAGUE, J.M., ANTONINO, A., SIMONI, A. (1979). Learning and interhemispheric transfer of visual pattern discriminations following unilateral suprasylvian lesions in split-chiasm cats. Exp. Brain Res., 34, 551-574.
- BERLUCCHI, G. (1972). Anatomical and physiological aspects of visual functions of corpus callosum. Brain research, 37, 371-392.
- BERLUCCHI, G., ANTONINI, A., LEPORÉ, F. (1983). Physiological organization of callosal connections of a visual suprasylvian cortical area in the cat. J. Neurophysiol., 49, 902-921.
- BISHOP, P.O. (1981). Binocular vision. In R.A. Moses (ed.): "Adler's physiology of the eye". St-Louis: Mosby. pp. 575-649.
- BISHOP, P.O., HENRY, G.H., SMITH, C.J. (1971). Binocular interaction fields of single units in the cat striate cortex., J. Physiol., 216, 39-68.
- BLAKE, R., HIRSH, H.V.B. (1975). Deficits in binocular depth perception after alternating monocular deprivation. Science, 190, 1114-1116.
- BLAKEMORE, C. (1970). Binocular depth perception and the optic chiasm. Vision research, 10, 43-47.

- BOUGH, E.W. (1970). Stereoscopic vision in the macaque monkey: a behavioral demonstration. Nature, 225, 42.
- CARPENTER, M.B. (1977). Human neuroanatomy. Baltimore: Williams et Williams.
- CLARE, M.H., BISHOP, G.H. (1954). Responses from an association area secondarily activated from optic cortex. J. Neurophysiol., 17, 271-277.
- CORNWELL, P., WARREN, J.M., NONNEMAN, A.J. (1976). Marginal and extramarginal cortical lesions and visual discriminations by cats. J. Comp. Physiol., Psychol., 90, 986-995.
- COWEY, A., PORTER, R. (1979). Brain damage and global stereopsis. Proc. Roy. Soc. B., 204, 399-407.
- COWEY, A., PARKINSON, A.M. WARWICK, L. (1975). Global stereopsis in rhesus monkeys. Quart. M. Exp. Psychol., 27, 93-109.
- DELORME, A. (1982). Psychologie de la perception. Montréal: Editions Etudes vivantes.
- DIAMOND, I.T. (1976). Organisation of the visual cortex: comparative anatomical and behavioral studies. Federation Pro., 35, 60-67.
- DODWELL, P.C. (1970). Visual pattern recognition. U.S.A.: Holt, Rinehart and Winston, Inc.
- ETTLINGER, G., BLAKEMORE, C.B., MILNER, A.D., WILSON, J. (1972). Agenesis of the corpus callosum: a behavioral investigation. Brain, 95, 327-346.
- FISHER, B., KRUEGER, J. (1979). Disparity tuning and binocularity of single neurons in the cat visual cortex. Exp. Br. Res., 35, 1-8.
- FOX, R., BLAKE, R.R. (1971). Stereoscopic vision in the cat. Nature, 233, 55-56.
- GAREY, L.J., JONES, E.G., POWELL, T.P.S. (1968). Interrelationships in striate and extra-striate cortex with the primary relay sites of the visual pathway. J. Neurol. Neuro-surg. Psychiat., 31, 135-157.
- GELLERMAN, L.W. (1933). Chance orders of alternating stimuli in visual discrimination experiments. J. Genet. Psychol., 42, 206-208.
- GLICKSTEIN, M., KING, R.A., MILLER, J., BERKLEY, M. (1967). Cortical projections from the dorsal lateral geniculate nucleus of cats. J. Comp. Neur., 130, 55-76.

- GRAYBIEL, A.M., BERSON, D.M. (1981). On the relation between transthalamic and transcortical pathways in the visual system. In: F.O. Schmitt, F.G. Worden, G. Adelman, F. Dennis (Eds.) The organization of the cerebral cortex. M.I.T. press: Cambridge, pp. 324.
- GRAYBIEL, A.M. (1972). Some ascending projections of the pulvinar and nucleus lateralis posterior of the thalamus in the cat. Brain Res., 44, 99-125.
- GRAYBIEL, A.M. (1972). Some extrageniculate visual pathways in the cat. In vest. Ophthalmol., 11, 322-332.
- HEATH, C.J., JONES, E.G. (1970). Connexions of area 19 and the lateral suprasylvian area of the visual cortex of the cat. Brain Res., 19, 302-305.
- HEATH, C.J., JONES, E.G. (1972). The anatomical organisation of the suprasylvian gyrus of the cat. Ergebn. Anat. Endw. Gesh., 45, 4-64.
- HUBEL, D.M., WIESEL, T.N. (1965) Receptive fields and functional architecture in two nonstriate visual areas (18 and 19) of the cat. J. Neurophysiol., 28, 229-289.
- HUBEL, D.M., WIESEL, T.N. (1967). Cortical and callosal connections concerned with the vertical meridian of visual fields in the cat. J. Neurophysiol., 30, 1561-1573.
- HUBEL, D.M., WIESEL, T.N. (1969). Visual area of the suprasylvian gyrus (Clare and Bishop area) of the cat. J. Physiol. (Lond.), 202, 251-260.
- HUBEL, D.M., WIESEL, T.N. (1970) Cells sensitive to binocular depth in area 18 of the macaque monkey cortex. Nature, 225, 41-42.
- HUBEL, D.M., WIESEL, T.N. (1973) A reexamination of stereoscopic mechanisms in the cat. J. Physiol., 232, 290-309.
- HUGHES, H.C. (1980). Efferent organization of the cat pulvinar complex, with a note on bilateral claustrorhinal and retinocortical connections. J. Comp. Neurol., 193, 937-963.
- INNOCENTI, G.M. (1980). The primary visual pathway through the corpus callosum: morphological and functional aspects in the cat. Arch. Ital. Biol., 118, 124-188.
- JOSHUA, D.E., BISHOP, P.O. (1970). Binocular single vision and depth discrimination. Receptive field disparities for central and peripheral vision and binocular interaction on peripheral units in cat striate cortex. Exp. Brain Res., 10, 389-416.

- JULESZ, B. (1960). Binocular depth perception without familiarity cues. Science, 145, 356-362.
- JULESZ, B. (1971). Foundations of cyclopean perception. Chicago: University of Chicago Press.
- KAYE, M., MITCHELL, D.E., CYNADER, M. (1981). Selective loss of binocular depth perception after ablation of cat visual cortex. Nature, 293, 60-62.
- KAWAMURA, K. (1973) Corticocortical fiber connections of the cat cerebrum in the occipital region. Brain Res., 51, 41-60.
- KAWAMURA, K., SPRAGUE, J.M., NIIMI, K. (1974). Corticofugal projections from the visual cortex to the thalamus, pretectum and superior colliculus in the cat. J. Comp. Neurol., 158, 339-362.
- KENNEDY, H., BALEYDIER, C. (1977). Direct projections from thalamic intralaminar nuclei to extra-striate visual cortex in the cat traced with horseradish peroxidase. Exp. Brain Res., 28, 133-139.
- LASSONDE, M. (1985). The facilitatory influence of the corpus callosum on intrahemispheric processing. Dans: Lepore F., Ptito M. et Jasper H.H. (Ed.): Two hemispheres, one brain. Alan liss, New-York, pp. 385-401.
- LEPORE, F., PTITO, M., CARDU, B., DUMONT, M. (1976). Effects of colliculectomy and striatectomy on achromatic differential thresholds in the monkey. Physiol. Behav., 16, 285-291.
- LEPORE, F., SAMSON, A., MOLOTCHNIKOFF, S. (1983). Effects on binocular interaction of cells in visual cortex of the cat following the transection of the optic tract. Exp. Br. Res., 50, 392-396.
- LEPORE, F., PTITO, M., GUILLEMOT, J.P., SAMSON, A., RICHER, L., PRÉVOST, L., PROVENÇAL, C. (1985). Le rôle du corps calleux et des autres commissures néocorticales dans le transfert de l'information sensorielle. Union méd. Can., 114, 1012-1018.
- LE VAY, S., GILBERT, C.D. (1976). Laminar patterns of geniculocortical projection in the cat. Brain Res., 113, 1-19.
- MARSHALL, W.H., TALBOT, S.A., ADES, H.W. (1943). Cortical responses of the anesthetized cat to gross photic and electrical afferent stimulation. J. Neurophysiol., 6, 1-15.
- MEIKLE, T.H., SPRAGUE, J.M. (1964). The neural organization of the visual pathways in the cat. Int. Rev. Neurobiol., 6, 148-189.

- MILLER, M., PASIK, P., PASIK, T. (1980). Extrageniculostriate vision in the monkey. VII. Contrast sensitivity functions. J. Neurophysiol., 43, 1510-1526.
- MINCIACCHI, D., ANTONINI, A. (1984) Binocularity in the visual cortex of the adult cat does not depend on the integrity of the corpus callosum. Behav. Br. Res., 13, 183-192.
- MISHKIN, M. (1966) Visual mechanisms beyond the striate cortex. In R. Russell (Eds.), Frontiers in physiological psychology, Academic press, New-York, 93-119.
- MISHKIN, M. (1972). Cortical visual areas and their interactions. In A.G. Dareszmar and J.C. Eccles (Eds), Brain and human behavior, Springer-Verlag, Berlin, 187-208.
- MITCHELL, D.E., TIMNEY, B. (1982). Behavioral measurement of normal and abnormal development of vision in the cat. In D.J. Ingle, M.A. Goodale, J.W. Mansfield (Eds.): Analysis of visual behavior. Cambridge: the M.I.T. Press. pp. 483-523.
- NIIMI, K., SPRAGUE, J.M. (1970) Thalamo-cortical organization of the visual system in the cat. J. Comp. Neur., 138, 219-250.
- NIKARA, T., BISHOP, P.O., PETTIGREW, J.D. (1968) Analysis of retinal correspondence by studying receptive fields of binocular single units in cats striate cortex. Exp. Br. Res., 6, 353-372.
- PACKWOOD, J., GORDON, B. (1975). Stereopsis in normal domestic cat, siamese cat and cat raised with alternating monocular occlusion. J. Neurophysiol., 38, 1485-1499.
- PALMER, L.A., ROSENQUIST, A.C., TUSA, R.J. (1978) The retinotopic organization of lateral suprasylvian visual areas in the cat. J. Comp. Neur., 177, 237-256.
- PASIK, P., PASIK, T. (1971) The visual world of monkeys deprived of striate cortex: Effective stimulus parameters and the importance of the accessory optic system. Vis. Res., 11, 419-435.
- PAYNE, B.R., ELBERGER, A.J., BERMAN, N., MURPHY, E.H. (1980). Binocularity in the cat visual cortex is reduced by sectioning the corpus callosum. Science, 207, 1097-1099.
- PETTIGREW, J.D., NIKARA, T., BISHOP, P.O. (1968). Binocular interaction on single units in cat striate cortex: simultaneous stimulation by single moving slits with receptive fields in correspondence. Exp. Br. Res., 6, 391-410.

- POGGIO, G.F. (1984). Processing of stereoscopic information in primate visual cortex. In G. Edelman, W.M., Cowan, W.E. Gall (Eds.): Dynamic aspects of neocortical function. New-York: Wiley. (sous presse).
- POGGIO, G.F., FISHER, B. (1977). Binocular interaction and depth sensitivity of striate and prestriate cortical neurons of the behaving rhesus monkey. J. Neurophysiol., 40, 1392-1405.
- PTITO, M., LEPORÉ, F., LASSONDE, M., DION, C., MICELI, D. (1985) Neural mechanisms for stereopsis in cats. Dans: Leporé F., Ptito M., Jasper H.H. (Éd): Two hemispheres, one brain. Alan Liss, New-York, pp.335-350.
- PTITO, M., LEPORÉ, F. (1983b). Effects of unilateral and bilateral lesions of the lateral suprasylvian area on learning and interhemispheric transfer of pattern discrimination in the cat. Behav. Br. Res., 7, 211-227.
- ROSENQUIST, A.C., EDWARDS, S.B., PALMER, L.A. (1974) An autoradiographic study of the projections of the dorsal lateral geniculate nucleus and the posterior nucleus in the cat. Brain Res., 80, 71-93.
- SHERMAN, S.M. (1971) Role of visual cortex in interocular transfer in the cat. Exp. Neurol., 30, 34-45.
- SHERMAN, S.M., SPEAR, P.D. (1982). Organization of the visual pathways in normal and visually deprived cats. Physiol. Rev., 62, 738-855.
- SPEAR, P.D., MILLER, S., OHMAN, L. (1983) Effects of lateral suprasylvian visual cortex lesions on visual localisation, discrimination, and attention in cats. University of Wisconsin.
- SPEAR, P.D., BAUMANN, T.P. (1979) Effects of visual cortex removal on receptive field properties of neurons in lateral suprasylvian area of the cat. J. Neurophysiol., 42, 31-56.
- SPEAR, P.D., BAUMANN, T.P. (1975). Receptive-field characteristics of single neurons in lateral suprasylvian visual area of the cat. J. Neurophysiol., 38, 1403-1420.
- SPRAGUE, J.M. (1966). Interaction of cortex and superior colliculus in mediation of visually guided behavior in the cat. Science, 135, 1544-1547.
- SPRAGUE, J.M., LEVY, J., DIBERARDINO, A., BERLUCCHI, G. (1977). Visual cortical areas mediating form discrimination in the cat. J. of Comp. Neurol., 172, 441-488.
- TURLEJSKI, K. (1975). Visual responses of neurons in the Clare-Bishop area of the cat. Acta Neurobiol. Exp., 35 189-208.

- VIAUD, G., KAYSER, C., KLEIN, M., MÉDIONI, J. (1967). Traité de psychophysiologie (Tome second). Paris: Presses universitaires de France pp.742.
- WALK, R.D., GIBSON, J.J. (1961). A comparative and analytical study of visual depth perception. Psychol. Monogr., 75, 1-44.
- WHEATSTONE, C. (1838). Contributions to the physiology of vision. In. On some remarkable, and hitherto unobserved, phenomena of binocular vision. Philos. Trans. Roy. Soc. Lond., 128, 371.